CANADA

MINISTÈRE DES MINES

HON. ES.-L. PATENAUDE, MINISTRE; R.-G. MCCONNELL, SOUS-MINISTRE;

COMMISSION GÉOLOGIQUE

MÉMOIRE 82

N° 68, Série géologique.

District de Rainy river, Ontario. Géologie superficielle et sols.

PAR

W.-A. Johnston



OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1917

N° 1573

PLANCHE I.



Vue de Rainy River en regardant rive nord vers son cours inférieur, à 8 milles en aval de Fort Frances, montrant les berges escarpées et l'apparence en forme de tranchée de la vallée. (Voir page 23.)

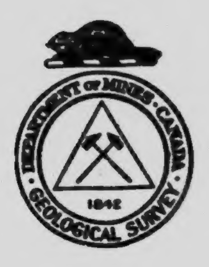
CANADA
MINISTÈRE DES MINES
HON. ES.-L. PATENAUDE, MINISTRE; R.-G. MCCONNELL, SOUS-MINISTRE;
COMMISSION GÉOLOGIQUE

MÉMOIRE 82

Nº 68, Série géologique.

District de Rainy river, Ontario. Géologie superficielle et sols.

PAR
W.-A. Johnston



OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1917

28938c

Nº 1573

AVIS

Cet ouvrage est une traduction du mémoire publié en anglais sous le nº 1572 dans l'année 1915

MINISTÈRE DES MINES

HON. LOUIS CODERRE, Ministre; R.-G. MCCONNELL, Sous-Ministre.

Commission géologique

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE I.

	PAGES
Introduction	1
Généralités	1
Travail sur le terrain et remerciements	2
Situation et superficie	3
Relations géographiques	3
Historique	3
Aperçu général	3
Travail antérieur	4

CHAPITRE II.

Développement et caractère général du district	7
Développement	7
Généralités	7
Population	8
Superficie des terres	8
Agriculture	8
Exploitation forestière	8
Climat	9
Végétation	13

CHAPITRE III.

Sommaire et conclusions	15
Physiographie	15
Géologie superficielle	15
Sols	17
Perspectives pour l'avenir	18

CHAPITRE IV.

Physiographie	20
Généralités	20
Observations de détail	21
Relief	21
Drainage	22
Généralités	22
Rainy River	23
Drainage d'ordre secondaire	25
Lacs et marécages	27
Érosion glaciaire et sédimentation	29

CHAPITRE V.

Géologie descriptive	31
Généralités	31
Quaternaire	34
Série pléistocène	34

PAGES
Ancien drift calcarifère du glacier keewatinien........ 34
Drift rouge du glacier labradoréen........ 34
Till rouge........ 34
Dépôts fluvio-glaciaires........ 35
Drift gris ou calcarifère du glacier keewatinien........ 36
Till (calcarifère) glaciaire........ 36
Moraines terminales........ 39
Phase d'action glaciaire........ 39
Dépôts pro-glaciaire du lac Agassiz primitif........ 40
Argiles glacio-lacustres........ 40
Dépôts de blocs roulés........ 45
Lac Agassiz primitif pro-glaciaire........ 45
Dépôts du lac Agassiz pro-glaciaire........ 45
Dépôts lacustres et fluvio-lacustres........ 45
Fossiles........ 49
Dépôts littoraux........ 50
Série récente........ 53
Alluvion........ 53
Sable de dune et sable de grève........ 54
Boue glaciaire et tourbe........ 54

CHAPITRE VI.

Géologie historique........ 56
Période quaternaire........ 56
Époque du pléistocène........ 56
Succession des évènements........ 56
Genèse du lac Agassiz pro-glaciaire........ 58
Déformation de l'écorce terrestre........ 63
Époque récente........ 63

CHAPITRE VII.

Géologie appliquée........ 64
Ressources hydrauliques........ 64
Lacs et rivières........ 64
Eaux d'infiltration........ 65
Puits et sources........ 66
Forces hydrauliques........ 67
Argiles........ 67
Sables et graviers........ 69
Tourbe........ 70
Sols........ 70
Caractère général des sols........ 71
Distribution des sols........ 72
Description des sols........ 73
Boue glaciaire et tourbe........ 73
Sable de dune et sable de grève........ 74
Marne d'argile boueuse d'alluvion fluviale........ 74
Glaise graveleuse-sableuse des anciennes grèves de lac........ 74
Sable fin des dépôts lacustres........ 75
Marne argileuse et argile des dépôts lacustres........ 75

PAGES

Marne graveleuse et glaise argilo-graveleuse des dépôts lacustres (lavés par la vague)........ 76
Marne graveleuse finement sableuse du till calcarifère lavé par la vague........ 77
Marne graveleuse du till calcarifère (lavé par la vague)........ 79
Sols de drift rouge........ 79
Affleurements des roches de fond, portant peu de sol ou sans sol.. 79
Drainage des terres marécageuses........ 80

CHAPITRE VI[illegible]

Bibliographie........ 8?
Index........ 11[illegible]

ILLUSTRATIONS.

Carte 132A. N° 1379. Carte du district de Rainy river, montrant la géologie superficielle et les sols........(En pochette)

Planche I. Vue de Rainy River vers son cours inférieur, à [illegible] milles en aval de Fort Frances, montrant les berges escarpées et l'apparence en forme de tranchée de la vallée........ 83

" II. Ouverture d'un nouveau chemin dans la réserve des terres sauvages; montrant le caractère de densité de la végétation forestière.... 85

" III. Surfaces de la roche soumise à l'action glaciaire avec peu ou pas de couverture de sol, autrefois boisées, mais aujourd'hui dénudées par les incendies de forêt; côté occidental du Rainy Lake...... 87

" IV. Surface de la roche soumise à l'action glaciaire. Rive occidentale du Rainy Lake........ 89

" V. Nouveau chemin et fossé à travers un musk[illegible] maigrement boisé d'épinettes et de tamaracs........ 91

" VI. Coupe dans l'excavation de gravier située à 1 mille ½ à l'ouest de Fort Frances, montrant le till calcarifère reposant sur le sable stratifié........ 93

" VII. Coupe dans l'excavation de gravier située à 1 mille ½ à l'ouest de Fort Frances, mon[illegible], à la base, le sable stratifié et marqué de rides, passant plus haut à une argile laminée, et, au sommet, le till calcarifère........ 95

" VIII. Coupe dans l'excavation de gravier située à 1 mille ½ à l'ouest de Fort Frances, montrant le sable stratifié finement plissé et charrié par le chevauchement de la nappe glaciaire; le till paraît dans la portion à main droite de la coupe. La règle noire apparaissant au milieu de la gravure est de 7 pouces de longueur.. 97

" IX. Coupe exposée sur la berge de la Rainy, en aval de la digue de Fort Frances, montrant le caractère des argiles lacustres sableuses graveleuses et fossilifères du lac Agassiz pro-glaciaire........ 99

" X. Coupe montrant une épaisseur de 12 pieds de sable et graviers à stratification entrecroisée (contenant des coquilles d'eau douce), dans les dépôts de grève du lac Agassiz pro-glaciaire, près de la rive nord de la Rainy, à 8 milles en aval de Fort Frances....... 101

PAGES

Planche XI. Coupe exposée sur la rive sud du lac des Bois, montrant à la base le till calcarifère passant, plus haut, à des argiles pierreuses glacio-lacustres laminées surmontées en discordance par des argiles fluvio-lacustres. Le contact est une plaine d'érosion marine........ 103

" XII. Coupe exposée sur le côté sud du promontoire Buffalo, lac des Bois, montrant les minces bandes tourbeuses interstratifiées avec des lits de sable. Les bandes tourbeuses n'ont qu'une épaisseur d'un demi pouce à 1 pouce........ 105

Figure 1. Carte montrant la situation de la région........ 2

District de Rainy River, Ontario. Géologie superficielle et sols.

CHAPITRE I.

INTRODUCTION.

GÉNÉRALITÉS.

Il est depuis longtemps reconnu que le district de Rainy River offre ce trait exceptionnel de constituer une région essentiellement agricole, dans le territoire, en général rocheux et inhospitalier, dont il forme partie, et qui est situé entre le lac Supérieur et les plaines fertiles du Manitoba. On savait que la superficie en est formée d'épais dépôts de drift, recouvrant la roche massive, et qu'une partie considérable de ce drift se compose de matériaux calcarifères qui donnent au sol une fertilité peu commune. On savait également que, sur la plus grande partie de son étendue, ce district a été envahi par les eaux du lac Agassiz pro-glaciaire, lac immense qui, à la fin de la période glaciaire, embrassait la vallée de la rivière Rouge comme aussi les régions adjacentes, et que les sédiments déposés dans ce lac ont stimulé la fertilité du sol. Peu de travail sur le terrain a été poursuivi dans le district, depuis celui qu'y exécutait le Dr A.-C. Lawson, en 1886 et en 1887. À cette époque, l'absence de chemins et de tout autre moyen de communication faisait que la plus grande partie de la région était pratiquement inaccessible, de sorte que l'on connaissait peu de chose de l'étendue et de la nature des dépôts de drift et de leur histoire géologique.

L'exploration entreprise a eu pour but de déterminer la distribution et le caractère des différents sols de la région et d'acquérir quelque notion sur la géologie des diverses roches meubles des dépôts de drift, sur lesquels ces sols différents se sont développés, et l'objet du présent rapport et de la carte qui l'accompagne est de faire connaître, aussi clairement que possible, les résultats obtenus.

La carte qui accompagne ce rapport est tracée à l'échelle de 2 milles au pouce et a été compilée dans le bureau de la Commission, d'après les plans de township du district et à l'aide de renseignements puisés à d'autres sources. Les couleurs qui y apparaissent représentent les différents sols et aussi les roches meubles sur lesquelles ces sols reposent. Les appellations descriptives des sols sont tirées des proportions relatives des particules de différentes dimensions dont se composent les terrains,

d'après les déterminations de l'analyse mécanique. On a suivi la méthode adoptée par l'United States Bureau of Soils, pour la classification des matières du sol.

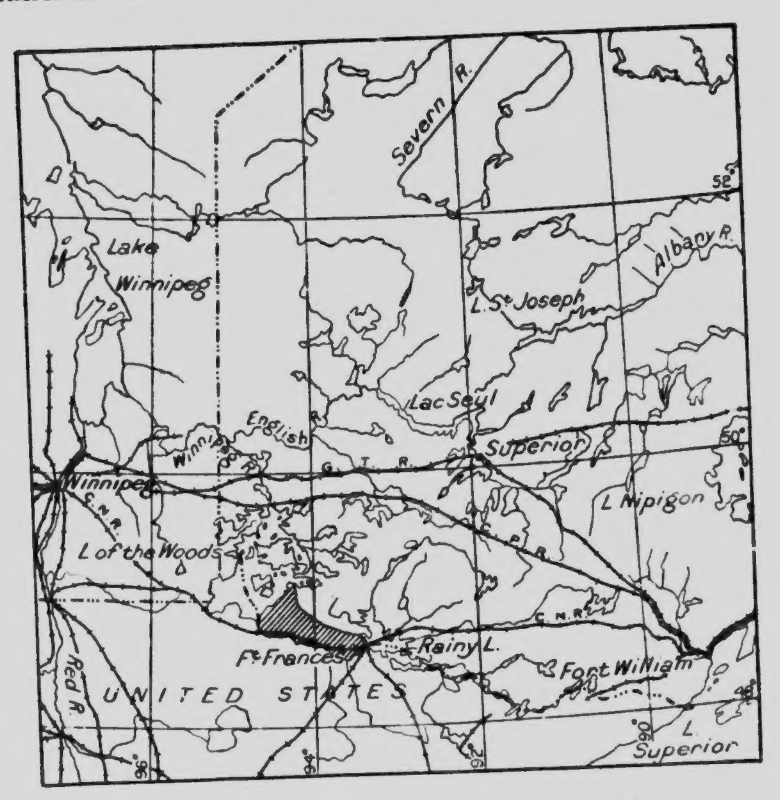


Fig. 1. Carte-index montrant la situation de la région.

TRAVAIL SUR LE TERRAIN ET REMERCIEMENTS.

Les opérations qui font la matière de ce rapport ont été en majeure partie exécutées au cours de la campagne du personnel sur le terrain, en 1913. Un voyage en canot, en descendant le cours de la Rainy, depuis Fort Frances jusqu'au lac des Bois, puis en contournant ce lac et côtoyant ses rives sud-ouest et ouest jusqu'à son extrémité nord, pour revenir le long de sa rive orientale, a occupé les premiers jours de la saison. Durant l'automme de 1914, l'auteur de ce rapport a consacré environ six semaines au travail sur le terrain.

Mr Frank Leverett, du service géologique des États-Unis, mérite des remerciements tout particuliers pour ses conseils et les renseignements

qu'il a prodigués au cours de l'exécution de ce travail sur le terrain. Plusieurs personnes du district, dont l'empressement à fournir des renseignements ne s'est jamais lassé, ont aussi droit à des remerciements.

SITUATION ET SUPERFICIE.

Le district que décrit ce rapport se développe le long de la frontière internationale, à mi-chemin environ entre l'extrémité ouest du lac Supérieur et la rivière Rouge du Manitoba. Il comprend la plus grande portion de cette partie de la province d'Ontario qui s'étend du Rainy Lake au lac des Bois. Sa superficie totale, sans y inclure le township Mathieu, les réserves des Sauvages et les terres non subdivisées, est de 1,051 milles carrés, dont 755 milles carrés sont compris dans la carte. On a aussi obtenu d'importants renseignements sur le reste de cette aire. Le district est borné au sud par la Rainy River, qui relie le lac Rainy au lac des Bois, et forme, sur une distance de 82 milles, la frontière internationale entre la province d'Ontario et l'État de Minnesota.

RELATIONS GÉOGRAPHIQUES.

Le district est situé à 150 milles à l'ouest de la ligne de partage qui sépare les eaux d'écoulement du lac Supérieur et de la baie d'Hudson et se trouve compris dans le bassin de drainage de la baie d'Hudson. La Rainy qui, à partir du lac Rainy, coule vers l'ouest, en assèche la superficie et se déverse dans le lac des Bois, dont les eaux s'épanchent dans une direction nord-ouest jusqu'au lac Winnipeg, pour, de là, atteindre la baie d'Hudson.

HISTORIQUE.

Aperçu général.

À l'époque des premières explorations et des premières visites des voyageurs, le trajet régulier, entre le lac Supérieur et le Manitoba, se faisait par la chaîne des lacs et des rivières dont la Rainy constitue un important chaînon. Dès 1872, un bateau à vapeur faisait le service régulier sur le lac des Bois, entre une station d'immigration du gouvernement située dans l'anse North-West Angle et un autre poste connu sous le nom de Hungry Hall, près de l'embouchure de la Rainy. La Compagnie de la baie d'Hudson a longtemps maintenu deux postes sur cette rivière, l'un à proximité de son embouchure et l'autre à l'endroit où se trouve aujourd'hui la ville de Fort Frances; un commerce considérable s'y poursuivait avec les Sauvages qui se livraient à la chasse sur une grande étendue du pays. En 1881, le chemin de fer Canadien du Pacifique ayant été construit jusqu'à Portage du Rat, maintenant appelé Kenora, au pied du lac des Bois, de meilleurs moyens de communication avec le

district se trouvèrent ainsi établis. À cette époque, un grand nombre de colons avaient déjà pénétré dans le district de Rainy River et s'étaient livrés aux travaux agricoles dans diverses localités le long de la rivière; mais, durant les dix années qui suivirent, les prairies prévalant, par leur apparence plus séduisante, sur le district fortement boisé de Rainy River attirèrent le plus fort contingent des immigrants. Pendant les premières années de la décade de 1890 à 1900, des colons, en grand nombre, venant pour la plupart de l'est du Canada, arrivèrent dans le district, et la majeure partie des terres qui, pour être situées le long de la rivière, s'égouttaient naturellement ou pouvaient être facilement égouttées, furent occupées. La construction, en 1901, du chemin de fer Canadian Northern traversant le district, donna un nouvel élan à l'immigration, ainsi qu'au développement industriel et créa des moyens de communication et des facilités de transport dont on avait grand besoin. Le progrès de l'industrie manufacturière, durant les dix années qui viennent de s'écouler, est digne de remarque. L'énergie hydraulique captée à Fort Frances, sur la Rainy, fournit la force motrice nécessaire à deux grandes papeteries, l'une sur le côté américain et l'autre sur le côté canadien. Ces papeteries utilisent le bois de pulpe que l'on trouve en abondance dans la région. Un grand nombre de scieries et d'industries, se rattachant à l'exploitation du bois, ont été établies sur les deux côtés de la frontière. Le développement de l'agriculture n'a pas été aussi marqué, et quoique tous les homesteads, pour ainsi dire, des parties accessibles du district, aient été distribués, on n'y a pas mis en culture plus de 5 pour cent des terres.

Travail antérieur.

Les résultats livrés à la publication du travail géologique antérieurement exécuté dans le district de Rainy River, ne se rapportant qu'aux observations principales concernant les dépôts de drift, peuvent se résumer succinctement comme suit:

Le Dr J.-J. Bigsby a été l'un des premiers à entreprendre un travail géologique dans le district. Il a apparemment poursuivi ce travail en 1823 ou 1824, lors d'un voyage qu'il fit au lac Rainy et au lac des Bois, en sa qualité de médecin de l'exploration de la Commission de la Frontière internationale. Les résultats de ses observations ne furent cependant publiés que trente ans plus tard, dans trois mémoires qui parurent dans le Quarterly Journal Geological Society of London, en 1851, 1852 et 1854. Des cartes géologiques du lac des Bois et du lac Rainy accompagnaient deux de ces mémoires. Le Dr Bigsby a noté la présence de grandes quantités de cailloux de calcaire, dans la partie sud du district et l'absence de ces cailloux dans la partie nord. Il en a conclu que quelques-unes des masses calcaires étaient in situ et que la portion méridionale du lac des Bois était surjacente au calcaire de l'âge silurien.

Il a aussi noté "l'abondance des blocs primitifs de transport;" mais n'a pas communiqué d'observations sur les stries.

En 1873-74, le Dr G.-M. Dawson, en sa qualité de géologue et de botaniste de la Commission de la Frontière de l'Amérique britannique du Nord, a exploré la région, dans le voisinage du 49ième parallèle, à partir du lac des Bois jusqu'aux montagnes Rocheuses. Les résultats de son travail ont été publiés en 1875, dans le "Rapport sur la géologie et les ressources de la région avoisinant le 49ième parallèle." Le Dr Dawson consacre beaucoup d'attention, dans ce rapport, aux phénomènes glaciaires ainsi qu'aux dépôts de la région du lac des Bois et à ses ressources au point de vue de la colonisation. Il n'a pas trouvé de calcaire in situ, ainsi que l'avait signalé le Dr Bigsby, et a émis l'avis que l'hypothèse la plus probable, au sujet de la présence d'abondants débris calcaires dans la partie sud de la région du lac des Bois, serait qu'ils ont été transportés vers l'est, à partir de la vallée de la rivière Rouge, par les glaces flottantes, pendant une période de submersion de la région. Il décrit le caractère du territoire situé au sud et à l'ouest du lac des Bois, et appuie assez longuement sur les perspectives que ce territoire offre à l'agriculture, mais il dit peu de chose concernant le district de Rainy River, apparemment parce qu'il n'a pas visité cette partie de la région, si ce n'est dans le voisinage du lac des Bois.

Le travail géologique du Dr A.-C. Lawson, dans les régions du lac des Bois, de Rainy River et de Rainy Lake, couvrant les années de 1883 à 1887, a été très généralement reconnu comme une importante contribution à la géologie du Canada. Les résultats en ont été publiés dans les rapports annuels de la Commission géologique du Canada, pour 1885 et 1888. Le Dr Lawson traite principalement, dans ces rapports, de la géologie des roches solides de cette région, mais il parle aussi, avec quelque détail, du drift glaciaire et du caractère de la "plaine alluviale ou région fluviale" du district de Rainy River, mis en contraste avec "la région lacustre rocheuse."

Le Dr Lawson a remarqué l'étroite similitude du drift calcaire de la partie méridionale du lac des Bois et des calcaires du Manitoba. Il a soutenu que cette ressemblance, jointe au fait que des stries orientées vers le sud-est et dont l'allure est presque normale à la direction générale de l'action glaciaire, ont été remarquées dans le Manitoba, dans l'est du Minnesota et parfois sur le lac des Bois, tendait à fixer dans le Manitoba l'origine du drift calcaire et à indiquer qu'il avait été transporté par un glacier se mouvant dans une direction sud-est.

Il donne une longue liste des directions des stries glaciaires, indiquant que l'action glaciaire a orienté vers le sud-est sa direction générale.

Dans le "Rapport sur la Géologie de la région de Rainy Lake" le Dr Lawson a décrit le caractère du drift exposé dans les coupes que l'on

rencontre le long de la Rainy, et la distribution, sur une grande étendue, des sédiments déposés dans les eaux du lac Agassiz, et il a noté que la limite extrême de la distribution du drift calcaire serait définie approximativement par une ligne tracée à partir de l'angle sud-ouest du lac jusqu'à l'île Bigsby, dans le lac des Bois. Il a trouvé des dépôts de grève du lac Agassiz dans la partie méridionale du district, mais non dans la partie septentrionale, et il en a conclu que la ligne déterminant la limite nord du drift calcaire était, d'une manière approximative, également la ligne de la barrière de glace qui endiguait les eaux du lac. Le Dr Lawson a aussi confirmé les rapports favorables des premiers explorateurs sur la fertilité générale et l'excellence des sols de la région.

Dans un rapport récent, intitulé "La Géologie archéenne de Rainy Lake, nouvelle étude," mémoire 40, Commission géologique, Canada, par le Dr Lawson, l'auteur signale le gisement douteux d'un lambeau détaché du calcaire de Richmond (ordovicien supérieur), à environ 6 milles à l'ouest de Fort Frances.

CHAPITRE II.

DÉVELOPPEMENT ET CARACTÈRE GÉNÉRAL DU DISTRICT.

DÉVELOPPEMENT.

GÉNÉRALITÉS.

Les deux principales villes du district sont celle de Fort Frances, située sur la Rainy, à 2 milles du Rainy lake, à l'extrémité orientale du district, et celle de Rainy River, située sur la même rivière, à 12 milles du lac des Bois, à l'extrémité occidentale, chacune comptant une population de près de 1,700 âmes. Sur la rive opposée, en face de Fort Frances, se trouve la ville d'International Falls, autrefois Koochiching, et en face de Rainy River se trouvent Spooner et Baudette. La voie principale du chemin de fer Canadian Northern, venant de Winnipeg, après avoir traversé une partie de l'État de Minnesota en contournant l'extrémité méridionale du lac des Bois, pénètre dans le district par la ville de Rainy River. Elle traverse le district, à partir de cette dernière ville, jusqu'à celle de Fort Frances, d'où elle se dirige vers l'est jusqu'à Port Arthur. Un embranchement s'étend aussi dans la direction de l'est, à partir de Fort Frances, jusque dans l'intérieur du Minnesota et se rattache à Duluth et Chicago, de sorte que des moyens de communication et de transport quotidiens entre le district et les localités situées à l'ouest, à l'est et au sud-est, sont ainsi assurés. Fort Frances se trouve à une distance de 208 milles de Winnipeg et de 232 milles de Port Arthur, à la tête du lac Supérieur. Tout récemment encore le district n'était que fort parcimonieusement pourvu de bons chemins, mais depuis trois ans, le gouvernement provincial a consacré beaucoup d'argent à la construction de chemins de colonisation qui ont grandement amélioré la situation. Il y a cependant plusieurs localités dont les terres ont été pour la plupart prises par les colons, où les chemins, hors la saison rigoureuse, ne peuvent servir qu'aux piétons. La rivière Rainy, de Fort Frances au lac des Bois, est navigable pour les bateaux à vapeur d'un faible tirant. Durant les mois d'été, un petit navire à vapeur fait le trajet trois fois la semaine entre Fort Frances et Rainy River. Les voyageurs sont alors transférés sur un bateau de plus grande dimension qui fait le service sur le lac des Bois et permet les communications avec Kenora, située au pied ou à l'extrémité septentrionale du lac et sur la ligne principale du Canadien du Pacifique. Le voyage sur la rivière et sur les lacs offre de l'attrait aux touristes d'été, et le Rainy Lake et le lac des Bois sont, l'un comme l'autre, de plus en plus recherchés pour les villégiatures d'été.

Les données suivantes concernant la population, les superficies des terres et l'agriculture du district ont été compilées d'après les rapports du recensement de 1911.

POPULATION.

Population rurale en 1911	4,430
Population urbaine en 1911, comprenant les villes de Fort Frances et de Rainy River, ainsi que les villages non constitués en municipalités de Devlin et Emo	3,707
Population totale	8,134

SUPERFICIE DES TERRES.

Superficie du district, excluant les réserves des Sauvages, le township Mathieu et les aires non subdivisées .... 672,924 acres
ou .... 1,051 milles carrés.

Terres occupées, 223,550 acres, ou 32·2 pour cent de la superficie entière.

Terres améliorées, 31,233 acres ou 13·4 pour cent de toutes les terres occupées, et 4·6 pour cent de la superficie totale.

AGRICULTURE.

Récoltes des champs, 1910.

Blé d'automne	110	acres,	production,	2,298	boisseaux
Blé du printemps	478	"	"	8,982	"
Orge	505	"	"	10,351	"
Avoine	3,649	"	"	95,972	"
Foin	11,974	"	"	9,808	tonnes
Patates	483	"	"	44,834	boisseaux

Il est à remarquer que 1910 a été une année d'exceptionnelle sécheresse; la précipitation durant la saison de végétation, d'avril à septembre inclusivement, n'a atteint qu'à 11·12 pouces, à International Falls, près de la partie orientale du district, et qu'à 9·38 pouces à Baudette, près de la partie occidentale, alors que la quantité normale pour ces mois, à International Falls, est de 17·8 pouces, et à Baudette d'un peu moins (18)[1] (voir la section sous le titre de "Climat").

On rapporte que, les années précédentes, les rendements obtenus du grain ont été exceptionnellement excellents. M.-D. Matheson, de Devlin, a déclaré avoir récolté, en 1912, une moyenne de 57 boisseaux de blé par acre, d'un champ de 20 acres. On a aussi signalé, pour la même année, des rendements de 53 et de 55 boiseaux l'acre.

EXPLOITATION FORESTIÈRE.

L'exploitation forestière constitue encore une industrie importante dans la région. De grandes scieries sont installées près de Fort Frances, dans la partie orientale du district, et près de la ville de Rainy River, dans la partie occidentale. Le pin a été presque entièrement enlevé, mais on dit que, dans les localités situées au nord et au nord-est, il en existe encore suffisamment pour alimenter les scieries, durant un grand

[1] Les chiffres entre parenthèses renvoient le lecteur à la bibliographie, p. 82.

nombre d'années. Depuis vingt ans, on a tiré du district de grandes quantités de matériaux pour la confection de traverses de chemin de fer, de pieux de clôture et de poteaux télégraphiques, mais il en subsiste encore une réserve considérable. Au cours des dernières années, depuis l'établissement des papeteries d'International Falls et de Fort Frances, on a consommé de fortes quantités du bois de pulpe qui existe en abondance dans la région. On n'utilise aujourd'hui que l'épinette pour la fabrication de la pulpe mécanique. Depuis quelques années également, les billes de peuplier et de baume de Gilead ont été en demande et leur vente a constitué une source de revenu pour un grand nombre de colons, tout en diminuant le coût du défrichement des terres propres à la culture, fortement boisées pour la plupart (planche II.)

CLIMAT.

Le climat du district de Rainy River, à raison de la situation intérieure de la région, participe du caractère des climats continentaux. Ces climats se particularisent par de grands écarts de température, ainsi que par une humidité et une précipitation moindres que celles des région rapprochées de la côte ou voisines de très vastes nappes d'eau douce. Le district ne fait pas exception à la règle. Les hivers y sont froids et les étés chauds. Les vents qui soufflent des deux nappes d'eau comparativement vastes qu'il possède, le lac des Bois et le Rainy Lake, ont pour effet de rendre plus égales et de modérer les températures d'été. La précipitation annuelle, dont la moyenne est de près de 25 pouces, est de beaucoup plus faible que celle des régions du Canada plus voisines des côtes, mais plus grande que celle d'une partie considérable de la région des plaines à l'ouest; car le district est très éloigné des montagnes situées à l'ouest, qui interceptent les vents chargés de pluie, et il se trouve sur le passage d'un grand nombre des aires de basse pression ordinairement accompagnées de nuages ou de pluie qui se meuvent à travers le continent, de l'ouest à l'est. Ces perturbations atmosphériques qui se produisent à des intervalles assez réguliers, sont généralement précédées de vents soufflant du sud et de températures plus élevées auxquels succèdent des vents du nord et des températures plus basses. Elles donnent en moyenne un jour ou deux par semaine de temps orageux ou nuageux, les jours intermédiaires marquant un beau temps. On s'est longtemps abstenu de tenir des archives climatologiques à l'intérieur du district. Il n'en a pas été ainsi dans le Minnesota occidental adjacent, au sud, où durant nombre d'années on a tenu de ces archives à diverses stations. L'une de ces stations se trouve à International Falls, dans la partie orientale du district, une autre à Baudette, dans la partie ouest du district, et une troisième à Warroad, à l'extrémité sud-ouest du lac des Bois. Les archives tenues à International Falls sont

presque complètes, de 1904 à 1914, et offrent des données incomplètes remontant à 1892; celles tenues à Beaudette comprennent 6 années, de 1909 à 1914, et celles de Warroad, 5 années, de 1910 à 1914. Les données obtenues à ces stations ont été publiées dans les rapports mensuels du Weather Bureau of United States Department of Agriculture, pour de 1909 à 1914, et dans un rapport spécial de section n° 57, faisant également partie des publications du United States Weather Bureau. Les indications suivantes ont été compilées d'après ces rapports (18).

La moyenne de la précipitation dans la portion orientale du district, telle que le constatent les registres des observations à la station climatologique d'International Falls, pour une période de vingt-deux années, de 1892 à 1914 inclusivement, est de 25·62 pouces, et pour la saison de végétation, d'avril à septembre, de 17·80 pouces. C'est en 1905 que se produisit la plus grande précipitation, alors que sa somme totale a atteint 33·0 pouces.

L'année où la sécheresse a été le plus accentuée est 1910, qui compte un total de 19·40 pouces. La quantité de la pluie pendant la saison de végétation de 1910 a été de 11·12 pouces. Près de 70 pour cent de la précipitation tombe durant la saison de végétation, et elle est bien distribuée.

Dans la portion occidentale du district, la précipitation moyenne, ainsi que l'établissent les observations enregistrées à Baudette, est d'environ 23 pouces, mais les relevés n'y ont pas été tenus un temps suffisant pour établir une moyenne définie. En 1910, la précipitation totale à Baudette a été de 13·12 pouces et, pour la saison de végétation, de 9·38 pouces.

Le tableau suivant mo[illegible]e les moyennes mensuelles et annuelles en pouces (de pluie et de neige fondue) pour la portion orientale du district durant une période de vingt-deux ans, 1892 à 1914:

Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin
0·88	1·05	1·02	1·81	2·83	3·22

Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
3·18	4·20	2·56	2·67	1·18	1·02	25·62

Le mois d'août, avec une pluie moyenne de 4·20 pouces, est le plus humide; juin, puis juillet viennent ensuite. Le mois qui offre la plus faible précipitation est janvier. La plus grande précipitation en un mois a marqué 6·43 pouces; c'était en août 1911; la plus faible a été de 0·07 pouce; c'était en décembre 1913.

La chute moyenne de neige atteint 50 pouces annuellement dans la portion orientale et quelque peu moins dans la portion occidentale, près du lac des Bois. La moyenne par mois est à peu près la même pour décembre, janvier, février et mars, mais un peu plus élevée pour février. La plus forte chute de neige pour une année s'est produite en 1911;

elle a atteint à 92·6 pouces ou 9·26 pouces de la précipitation totale. La chute de neige la plus faible pour une année s'est produite en 1912; elle a marqué un total de 29·5 pouces.

Le nombre moyen annuel des jours marquant 0·01 pouce ou plus de précipitation est d'environ 85; le plus élevé pour un mois est généralement celui de juillet, mais le nombre de jours par mois est presque le même pour juin, juillet, août et septembre. Les autres mois de l'année ont comme moyenne environ la moitié autant de jours avec précipitation, et le nombre de jours est à peu près le même pour chacun de ces mois. Presque toute la précipitation durant les mois d'hiver, se produit sous forme de neige et les dégels d'hiver sont de rare occurrence.

Le boisement, qui caractérise une grande étendue du terrain du district, favorise l'évaporation durant l'été, car une forte proportion des eaux de pluie absorbées par les arbres en est chassée par exsudation. Les vastes espaces envahis par les marécages exposent aussi de grandes surfaces d'eau aux rayons du soleil. La partie inférieure peu profonde du lac des Bois, qui, à certaines époques, subit une température de surface d'un maximum de 72 degrés, apporte son contingent d'humidité à l'atmosphère, par évaporation, et a pour effet d'uniformiser jusqu'à un certain point les températures estivales. Le quantum de l'évaporation est inconnu; il n'offre de l'importance d'ailleurs, comme facteur climatérique, que dans les saisons d'exceptionnelle sécheresse.

La température annuelle moyenne, pour la partie orientale du district, telle que déterminée par le registre des observations faites à International Falls, est de 38·5 degrés (Fahrenheit), et les températures moyennes de la portion occidentale du district sont un peu plus basses.

Le mois le plus froid est janvier, avec une température moyenne de 2 degrés, et juillet est le mois le plus chaud, avec une température moyenne de 67 degrés. Février toutefois est généralement presque aussi froid que janvier et il arrive qu'en certaines années il soit plus froid. En certaines années aussi, la température moyenne de juin ou d'août est plus élevée que celle de juillet. Les plus basses températures enregistrées sont: 55 degrés le 6 janvier 1912; 35 degrés en 1911 et 1913; et 40 degrés en 1914. Le mois de décembre de cette dernière année a été le plus froid que l'on ait observé, sa température la plus basse marquant 25 degrés et sa plus haute 40 degrés avec une moyenne de 6·5. Les températures très basses ne persistent, en règle générale, qu'un petit nombre de jours durant l'hiver.

La température la plus élevée qui ait été enregistrée a atteint 101 degrés, le 21 juin 1910 et le 1er juillet 1911. En 1913, la température maxima a marqué 98 degrés le 29 juin, et on a enregistré des températures de 90 degrés ou plus durant les mois de juin, juillet, août et septembre. En 1914, on a enregistré des températures variant de 90 à 95 degrés en

juin, juillet et août. Ces températures de 90 degrés ou plus ne durent généralement qu'un jour ou deux en un mois.

On a observé que le district subit des gelées dans tous les mois de l'année, mais il arrive très rarement que ces gelées soient dommageables durant les mois de juin, juillet et août, et rarement dans la première moitié de septembre, comparativement. La date moyenne de la dernière gelée préjudiciable de printemps est approximativement le 1er juin, et la première gelée destructive d'automne se fait sentir vers le 10 septembre. Plusieurs années on vu de faibles gelées se produire dans la dernière partie du mois d'août, mais ces gelées ont rarement causé d'autre mal qu'un dommage local. L'influence des vents, soufflant des nappes d'eau de la région, a un effet marqué d'atténuation du danger des gelées précoces destructives. En 1914, une faible gelée est survenue dans la portion occidentale de la région, le 24 août, mais elle n'a causé qu'un dommage local. Une autre faible gelée s'est produite le 22 septembre, mais aucune gelée destructive n'a eu lieu avant le 14 octobre; on a ainsi joui d'une saison de récolte, de 135 jours, exempte de gelées dommageables. En 1913, la dernière gelée destructive du printemps s'est produite le 10 mai et la première de l'automne, le 23 septembre. En 1912, la première gelée destructive d'automne a eu lieu le 27 septembre, mais de faibles gelées sont survenues en mai et le 16 juin. La durée moyenne de la saison des récoltes exempte de gelées est d'environ 100 jours, mais elle varie grandement d'une année à une autre.

Les directions des vents dominants varient également de mois en mois et d'année en année. Durant les mois d'hiver, les vents soufflent généralement de l'ouest, du nord-ouest et du nord. Durant les mois du printemps, les vents de l'est et du nord-est se produisent plus fréquemment qu'en toute autre saison, mais cette situation varie aussi grandement. Durant les mois de l'été, les vents du sud et du sud-ouest sont ceux qui soufflent le plus souvent, et durant les mois d'automne, ce sont les vents du sud-ouest et de l'ouest qui dominent. Les vents violents surviennent à bonne heure au printemps ou tard à l'automne et soufflent généralement du nord-ouest. On a observé que la plupart des arbres abattus par le vent, dans les futaies, sont couchés dans la direction du sud-est. Les tempêtes de vent, cependant, n'exercent que très rarement leurs ravages dans la région.

La moyenne par mois de la vitesse du vent varie de 6 à 12 milles à l'heure; elle marque son minimum en juillet et août et atteint son maximum en avril et novembre.

La longue durée de la saison des récoltes ou la période de végétation exempte de gelées destructives, constitue un facteur de première importance dans les relations du climat avec l'agriculture. La saison des récoltes dans le district de la rivière à la Pluie est d'environ 100 jours

en moyenne; elle crée ainsi une situation qui soutient favorablement la comparaison avec celle qui existe dans le Manitoba méridional et même dans certaines parties méridionales de l'Ontario central, et suffit, toutes autres conditions étant d'ailleurs favorables, pour permettre à la plupart des produits végétaux ordinaires de la ferme, communs à la zone tempérée, de croître et mûrir.

Un autre facteur important est la distribution relative des pluies durant l'année, surtout quand la somme annuelle de ces pluies n'est pas considérable. La quantité annuelle des pluies dans le district est faible, si on la compare avec celle des régions plus humides de l'est, mais la pluie tombe dans la proportion de 70 pour cent, au cours de la saison de végétation et elle est bien distribuée, de façon à constituer des conditions favorables à la croissance. En 1910, la quantité totale de pluie n'a été que de 19·4 pouces dans la portion orientale du district et de 13·1 dans la portion occidentale; cependant les récoltes n'ont pas manqué, parce que les pluies se sont produites, pour une grande part, durant la saison de végétation.

D'autres facteurs sont la température et la quantité de soleil; chacun de ces derniers facteurs exerce une action bienfaisante dans le district, dès que les températures y sont élevées et que la quantité de soleil est égale à la moitié de la quantité maxima possible. Il arrive de temps à autre qu'un manque exceptionnel de pluie durant une saison menace du danger de la sécheresse, mais les circonstances déjà signalées d'une précipitation annuelle, qui se produit en grande partie pendant la saison de végétation, et d'un niveau des eaux d'infiltration rapproché de la surface, sur une vaste étendue de la région, contribuent largement à conjurer le danger. La sécheresse des étés de 1886, 1896 et 1910 qui a été, dit-on, exceptionnelle et les incendies de forêt qu'elle a provoqués, ont causé des dommages considérables au bois en pied. On observe aussi qu'un grand nombre de marais ont été desséchés durant ces saisons, mais les récoltes n'ont pas généralement manqué.

VÉGÉTATION.

Une grande partie de la superficie est revêtue d'une épaisse végétation forestière. Le rapprochement, près de la surface, du niveau des eaux d'infiltration, sur une vaste étendue de la région, favorise le développement de cette abondante végétation forestière, en dépit du volume comparativement faible des pluies et de la sécheresse parfois des saisons. La flore de la portion septentrionale plus rocheuse et plus sablonneuse du district ressemble à celle qui caractérise la région du Plateau laurentien du Canada. La majeure partie des arbres forestiers est composée de conifères: le pin des rochers ou rabougri croît en très grande abondance. Le pin blanc et le pin rouge paraissaient autrefois en

abondance sur les terrains rocheux et d'une manière plus restreinte dans la portion méridionale couverte par le drift du district, mais l'exploitation forestière ou les incendies de forêt les ont fait disparaître dans une grande mesure. On trouve, dans les townships Mathieu et Dewart nombre de bosquets formés de jeunes pins, et quelques autres formés de pins blancs et rouges se rencontrent aussi dans la réserve des Terres sauvages de la portion méridionale du district.

Les arbres décidus se présentent plus communément dans cette dernière région. Le tremble et le peuplier baumier y paraissent en très grande abondance et atteignent une grosseur considérable. Ils croissent pour la plupart, sur les terrains argileux, en compagnie des espèces de même famille, le peuplier et le baume de Gilead. Les cordons sableux et graveleux se distinguent généralement par des bosquets de bouleaux et de broussailes de pins, avec parfois des arbres de pins rouge ou blanc. Les aires mal égouttées qui constituent une grande proportion du district sont généralement couvertes de cèdres, tamaracs et épinettes. Le cèdre et l'épinette paraissent le plus fréquemment là où le drainage de surface est insuffisamment développé et où le sous-sol est sablonneux et recouvert d'une faible couche de boue végétale ou de tourbe. Les marécages plus profonds sont surtout couverts de tamaracs, si ce n'est dans leurs parties centrales souvent dépourvues d'arbres et revêtues d'herbes et de mousses. L'orme, le chêne et le négondo ou l'érable à feuilles de frêne, s'offrent clairement semés sur les terrains les mieux égouttés et plus ordinairement le long des bords des cours d'eau. Dans certaines parties de la région où, par suite du léger relief, le drainage n'est développé qu'en autant qu'il suffit pour éviter la formation de marécages, on peut voir presque toutes les espèces les plus ordinaires du district croître dans un rayon de 100 à 200 pieds.

CHAPITRE III.

SOMMAIRE ET CONCLUSIONS.

PHYSIOGRAPHIE.

Le district de Rainy River est situé précisément en bordure de la région du grand Plateau laurentien du Canada. Quoique surjacent, dans sa plus grande étendue pour le moins, aux roches précambriennes, il est presque entièrement recouvert d'épais dépôts glaciaires et lacustres, n'offre qu'un faible relief et s'incline généralement vers l'ouest, de sorte qu'il est réellement compris dans la lisière orientale de la section boisée des plaines de prairie du Manitoba et du Minnesota septentrional, dont il est séparé par le bassin peu profond de la partie inférieure du lac des Bois. Les eaux du lac Agassiz pro-glaciaire, (glaciaire-marginal) dans leur développement extrême, envahissaient presque toute sa superficie et le dépôt des sédiments lacustres diminuaient le relief et imprimaient à une partie de la surface l'apparence d'une plaine. Une grande étendue de la superficie, cependant, où le till ou l'argile à blocaux forment la surface, est doucement ondulée, mais là même encore le relief général est peu accentué. Les traits remarquables qui caractérisent la surface sont l'absence en général de lacs, due à l'étagement uniforme des dépôts de drift, et aux grandes étendues marécageuses dont le drainage est maigrement développé ou nul. De ce que la disparition du lac Agassiz date d'une époque rapprochée, dans les temps géologiques, le procédé de dénudation des aires recouvertes par le drift ne fait que de commencer et la région est encore dans son enfance, au point de vue physiologique. Les étendues rocheuses en bordure du district à l'est et au nord-est, offrent peu de drift ou en sont dépourvues et présentent des traits qui leur sont communs avec la grande région du Plateau laurentien, dont le caractère général est celui d'une plaine exhaussée légèrement déchiquetée et soumise à une intense action glaciaire, avec une surface généralement dépourvue d'élévations proéminentes, mais mamelonnée et irrégulière (planches III et IV.)

GÉOLOGIE SUPERFICIELLE.

Une portion considérable des dépôts superficiels de la région consiste en till calcarifère ou argile à blocaux contenant une forte proportion de calcaire, semblable à celui qui affleure près de Winnipeg, dans le Manitoba. Ce manteau de till s'étend sur de vastes aires de la portion méridionale de la région, mais ne paraît pas dans la portion septentrionale, et ne se développe pas, dans la partie orientale, au delà de Fort Frances.

Que le till ait été apporté dans la région par un lobe du glacier keewatinien venant de la direction du Manitoba, cela est démontré, conformément aux conclusions du D[r] Lawson, par la nature du drift et par le fait que des stries orientées vers le sud-est et vers l'est paraissent à maints endroits dans le district et jusque dans le voisinage de Fort Frances, à l'est. Ces stries croisent des stries plus anciennes vers le sud-ouest, mais on n'a pas observé qu'elles soient elles-mêmes croisées par des stries plus récentes.

Le till gris ou calcarifère repose en certains endroits sur un "drift rouge," consistant en un till non calcarifère et des sables et graviers fluvio-glaciaires, dérivés d'une nappe de glace s'avançant du nord-est à travers une région surjacente à des roches cristallines précambriennes. Le drift rouge ne contient pas par conséquent de calcaire.

On a remarqué, en un endroit, que le drift rouge repose sur un dépôt plus ancien encore de drift calcarifère qui, il y a lieu de le présumer, dérive du nord-ouest. Étroitement associée au till calcarifère se trouve une série d'argile glacio-lacustre, fortement laminée. Cette masse associée a été déposée dans un lac formé entre le bord d'un lobe du glacier keewatinien, qui a apporté le till calcarifère, et le terrain plus élevé situé au sud. Cette argile contient fréquemment des pierres et des cailloux striés et a été évidemment déposée dans une eau stagnante et à courte distance du bord de la glace.

Plus récents que tous ces dépôts sont les dépôts lacustres et littoraux du lac Agassiz pro-glaciaire. Ils occupent des étendues considérables dans le district et se rencontrent dans une rangée d'élévations de près de 100 pieds en altitude. Leur maximum d'épaisseur est, en certains endroits, de 30 pieds au moins.

Un trait remarquable se rattache à ces dépôts lacustres; c'est qu'ils sont séparés des argiles glacio-lacustres et du till calcarifère sous-cajents par une discordance frappante, indicatrice d'un intervalle d'érosion. Durant cette période d'érosion, des vallées de cours d'eau de grande dimension ont été formées et la végétation a pris pied dans une certaine mesure. La discordance qui existe à la base des sédiments lacustres se développe à travers toute la rangée verticale de ces dépôts.

Tyrrell a démontré (15) que le plus récent mouvement de progression du glacier (labradoréen), dans la région située au sud et à l'ouest de la baie d'Hudson, s'est effectué à partir du nord-est, et que son union avec le glacier keewatinien, qui, après avoir retraité vers sa source, s'est de nouveau avancé un peu, à intercepté l'écoulement des eaux vers le nord et déterminé leur accumulation dans les vallées au sud. La dernière invasion de la glace à partir du nord-est, n'a apparemment jamais atteint jusqu'au district de la rivière à la Pluie, car on n'a jamais observé de till rouge sus-jacent au till calcarifère. Les dépôts lacustres contiennent,

dans leurs parties inférieures, de nombreuses coquilles d'eau douce, et parfois, de petites masses de matériaux de tourbière. Quelques-uns des cordons littoraux contiennent aussi de ces coquilles en grande abondance.

Plus bas que le contact des dépôts lacustres avec l'argile glacio-lacustre et le till calcarifère sous-jacents, cette argile et ce till ont, en maints endroits, subi une forte altération par influence atmosphérique, et il a paru évident, d'après l'épaisseur de ces dépôts lacustres, que l'altération a dû se produire avant leur sédimentation. Des vallées de cours d'eau avaient été recoupées dans le till à une profondeur d'au moins 25 pieds et plus tard remplies par les sédiments lacustres. Il est dès lors manifeste que, subséquemment au dépôt du till calcifère, il s'est écoulé un intervalle considérable pendant lequel le drainage s'est effectué sans contrainte comparativement au nord, et que, comme Tyrrell le maintient (15), les eaux du lac Agassiz pro-glaciaire ont eu une phase d'ascension qui a persisté durant une partie de leur histoire. Le lac pro-glaciaire dans lequel les argiles glacio-lacustres ont été déposées était associé au lobe du glacier Keewatinien qui a apporté le till calcarifère; mais ce lac a précédé le lac Agassiz et a été partiellement sinon complètement asséché, avant la formation de celui-ci.

SOLS.

Les sols du district se développent en grande partie sur un drift calcarifère. Les sols qui offrent semblable particularité sont hautement prisés pour les avantages que l'exploitation agricole tire de leur presque constante fertilité. Ceux du district de la rivière à la Pluie ne font pas exception à cette règle. Leur fertilité naturelle est d'abondant attestée par le rendement des récoltes, et l'excellence générale des conditions atmosphériques dont ils jouissent est démontrée par le fait que leurs récoltes n'ont jamais complètement manqué, même par des saisons d'une exceptionnelle sécheresse.

La superficie totale du district relevée dans la carte, couvre environ 755 milles carrés. Une étendue d'environ 240 milles carrés en est mal égouttée et généralement marécageuse, au point de nécessiter un drainage artificiel, avant de pouvoir être utilisée pour la culture. La surface du sol est en grande partie formée de boue végétale ou de tourbe d'une épaisseur d'un pied ou plus, mais n'excédant pas généralement 3 pieds. Il est possible de drainer et rendre ainsi propres à la culture la plupart de ces aires marécageuses. Jusqu'ici peu d'efforts ont été tentés pour utiliser les sols marécageux.

Les sols que l'on a le plus généralement utilisés sont ceux que composent la glaise sableuse, la glaise, la glaise argileuse et l'argile, et qui se développent sur le till calcarifère et les dépôts glacio-lacustres. On

rencontre ces sols là où la surface ondule doucement et où l'écoulement naturel s'effectue mieux que dans les terrains plats. Ils occupent une superficie globale de 307 milles carrés. Une grande partie du sol est encore vierge et généralement d'une haute productivité.

Les sols qui reposent sur les dépôts lacustres se montrent le long des vallées des cours d'eau, ou près des embouchures de ces cours d'eau, et se composent de sable fin, d'une marne argileuse et d'argile. Le sable fin occupe une superficie de 32 milles carrés, et la marne argileuse et les sols argileux 88 milles carrés. Ces sols, pour la plus grande partie, s'égouttent naturellement dans les aires situées près des cours d'eau et comptent parmi les plus productifs et susceptibles d'une exploitation durable, dans la région.

Les sols qui se développent sur les anciens cordons littoraux se composent d'une glaise graveleuse sableuse généralement asséchée à l'excès et peu productive. Ils couvrent une superficie de 10 milles carrés.

On rencontre de faibles étendues d'une glaise argileuse alluviale, le long des cours d'eau sur les terrasses qu'atteignent les eaux des débordements. Elles occupent une superficie de 12 milles carrés et sont assujetties aux inondations en temps de crue.

Dans la portion occidentale du district, les sols se développent surtout sur un drift non calcarifère et offrent plus de variété, mais ils se composent ordinairement d'un sable graveleux et d'une glaise graveleuse-sableuse. Ils occupent une superficie de 38 milles carrés.

Les aires de la roche solide du district qui ne portent que peu de sol ou qui n'en portent aucun, couvrent une étendue de 27 milles carrés. La région qui s'étend au nord et au nord-est du district consiste surtout en arêtes rocheuses dénudées.

Le sable des dunes et le sable de grève, qui forment les sols improductifs, n'occupent que de faibles étendues sur les îles et le long des rives de la Rainy, près de son embouchure.

On dit qu'une grande porportion de la surface des townships de Sutherland, Richardson, Potts, Fleming et Dance, en dehors de la région étudiée, consiste en terres propres à la culture.

PERSPECTIVES D'AVENIR.

L'exploitation forestière et les industries qui s'y rattachent ont eu et ont encore de l'importance dans la région. Il y subsiste une forte quantité de bois de construction et plus particulièrement de bois de pulpe, mais l'agriculture y acquiert une valeur croissante et il semble probable que le développement économique du district devra, dans l'avenir, reposer largement sur ses ressources agricoles.

Le district embrasse une superficie de 1050 milles carrés approximativement, en excluant les réserves des sauvages, le township Mathieu

(non ouvert à la colonisation), et les terres non subdivisées. Sur cette superficie, 250 milles carrés à peu près consistent en terres marécageuses et en tourbières, dont une grande partie peut être drainée. La superficie des terres incultes mesure environ 100 milles carrés. Les terres occupées en 1911 formaient 33·2 pour cent de la superficie entière et, comme terrain amélioré, 13·4 pour cent de ce chiffre. Les terres améliorées, qui ne représentent que 4·6 pour cent de la région, ne pourvoyaient à la subsistance que d'une population rurale de 4,430 en 1911. Même en ne tenant pas compte des aires marécageuses et des terres impropres à la culture, il est évident que les sols de la région peuvent produire une récolte suffisante au soutien d'une population de plusieurs fois plus considérable. Presque toutes les terres non améliorées sont boisées dans une certaine mesure. On dit que le défrichement des terres coûte de $10 à $50 l'acre. L'un des plus pressants besoins du district, en outre de la construction des chemins publics, est l'amélioration du drainage. Plusieurs des cours d'eau sont obstrués en maints endroits par l'accumulation du bois de dérive, et parfois aussi par des barrages de roches dans leurs lits, qui font obstacle au libre écoulement des eaux. L'enlèvement de ces obstructions des cours d'eau devrait faire l'objet des premiers soins dans l'exécution de toute entreprise de drainage.

CHAPITRE IV.

PHYSIOGRAPHIE.

GÉNÉRALITÉS.

Le district de Rainy River peut être considéré comme formant partie de la zone orientale de la portion boisée des plaines de prairie du Manitoba et du Minnesota septentrional. Il est situé en bordure de la région des hautes terres rocheuses qui se développe vers l'ouest, à partir de la tête du lac Supérieur, et sa limite orientale se trouve à environ 150 milles à l'ouest de la ligne de partage qui sépare les eaux qui se jettent dans le lac Supérieur de celles qui se déversent dans la baie d'Hudson. L'altitude générale de cette ligne de partage est de près de 1600 pieds, et le niveau général du district est de 500 pieds plus bas. Le Rainy Lake forme ainsi un bassin de réception pour les eaux d'écoulement d'une grande région située à l'est, dont la pente moyenne n'excède pas beaucoup 3 pieds par mille. La pente de la région du plateau rocheux se prolonge apparemment en dessous des dépôts de drift du district Rainy River, qui diffère essentiellement de cette région rocheuse adjacente, en cela que les dépôts de drift qui le couvrent sont d'une épaisseur suffisante pour cacher, dans la plus grande partie de son étendue, la roche solide ou les assises de roche. Le drift en général augmente en épaisseur et les affleurements des roches solides se font plus rares vers le sud-ouest, mais ces affleurements paraissent de temps à autre même autour de l'extrémité méridionale du lac des Bois. Ces roches sont toutes, autant que l'on sache, des roches cristallines précambriennes, et on n'a trouvé aucune indication certaine dans le district de la présence de roches plus jeunes in situ.

Le caractère de la surface du district, sur la plus grande partie de son étendue, est celui d'une plaine bien boisée, son niveau général étant légèrement inférieur à celui de la région du plateau rocheux. Plusieurs facteurs ont contribué à lui donner une apparence de plaine. Les forages de puits montrent que le drift atteint son maximum d'épaisseur à 100 pieds, en certains endroits, et des mamelons rocheux s'élèvent quelquefois jusqu'à 100 pieds au-dessus du niveau général du terrain. Ces mesures du relief des assises de roches correspondent généralement au relief maximum général du plateau rocheux adjacent. Le relief moyen est moindre encore et il est évident que le faible relief général de la surface des roches sousjacentes a été un facteur de l'élaboration de la surface en forme de plaine.

Une partie considérable de la surface de cette plaine consiste en un till calcarifère que ne recouvre qu'une mince couche, épaisse de quelques

pouces, de limon lacustre, et ondule légèrement, car ce till a été presque entièrement déposé comme moraine profonde et n'offre qu'un faible relief. Les moraines terminales ne paraissent aucunement en évidence et, dans la plupart des cas, les légères saillies du till que l'on rencontre naissent du rapprochement à proximité de la surface des roches sous-jacentes qui affleurent souvent le long de ces saillies. Près de la limite du till calcarifère on observe une arête, quelque peu définie, indiquant possiblement une moraine terminale; cette arête forme, dans la partie nord-est du district, la ligne de partage des eaux sur une distance de plusieurs milles, mais, même dans ce cas, le relief n'a que quelques pieds au-dessus du pays environnant. L'action des vagues, durant l'existence du lac Agassiz, a servi à aplanir plusieurs des irrégularités de la surface et le dépôt des sédiments lacustres a encore plus oblitéré le relief. Depuis la disparition du lac, les depôts marécageux de détritus végétaux et de tourbe ont rempli nombre des dépressions peu profondes et ont recouvert une forte étendue de la surface où le drainage est encore très parfaitement développé. Les dépôts dissimulent des irrégularités d'ordre mineur et donnent à une grande partie la surface de la région une apparence d'extrême uniformité de niveau.

Les particularités de cette situation ont leur répercussion sur le drainage de la région, c'est-à-dire que si toutes les vallées creusées par l'érosion récente étaient comblées et si la surface originaire était rétablie, les directions du drainage seraient en somme les mêmes qu'aujourd'hui, et auraient le même effet sur la pente générale. Ces vallées des cours d'eau sont peu nombreuses et généralement d'un faible développement. De vastes aires intermédiaires n'ont virtuellement pas été atteintes par l'érosion des cours d'eau et, dans son ensemble, la région n'est qu'au début d'un nouveau cycle de dénudation.

OBSERVATIONS DE DÉTAIL.

RELIEF.

Le Rainy Lake, à l'extrémité orientale du district, a présentement un niveau moyen de près de 1106 pieds au-dessus du niveau de la mer et le lac des Bois, à l'extrémité occidentale, 1060 pieds, suivant les déterminations des repères établis par le Service géologique des États-Unis (25). Les parties les plus élevées de la superficie couverte par le drift, située entre les lacs, se développent le long d'une arête imparfaitement définie qui s'étend sur une distance d'environ 20 milles, dans une direction nord-ouest, à partir d'un point fixé à 6 milles à l'ouest de Fort Frances. Cette arête forme un versant qui sépare les cours d'eau tributaires de la Rainy faisant œuvre de drainage vers le sud-est, et ceux qui accomplissent le même travail au nord et vers le nord-est.

L'altitude de la ligne de partage varie de 1175 pieds, près de la partie orientale, à environ 1250 pieds, dans la partie occidentale, et les mamelons rocheux se dressent à près de 100 pieds plus haut. Le relief du district n'excède pas beaucoup 300 pieds à son maximum et le relief moyen est de beaucoup inférieur à cette altitude. La Rainy coule, sur la plus grande partie de son cours, dans une vallée en forme de tranchée aux murs comparativement élevés et escarpés. La pente moyenne des hautes terres en bordure de la rivière est de moins d'un pied par mille. La pente générale, dans une direction sud-ouest vers la rivière. est quelque peu plus accentuée, mais elle est interrompue par des aires isolées d'une élévation égale au plus haut niveau de la portion qui forme la ligne de partage. Dans la portion occidentale, près du lac des Bois, le relief est manifestement moins accusé. Dans une ligne d'exploration menée vers le nord, à partir d'un point établi sur la Rainy, à 20 milles à l'est du lac des Bois, on a constaté que le plus grand niveau n'atteint qu'à 75 pieds au-dessus du lac, et la plus grande partie de la surperficie située à l'ouest de cette ligne est encore moins élevée.

DRAINAGE.

Généralités.

Au nombre des traits caractéristiques remarquables de la surface de la plaine sont l'absence de lacs que détermine le caractère d'uniforme étagement des dépôts de drift et les grandes superficies marécageuses non égouttées. On rencontre de petits lacs ou mares en nombre restreint mais, dans la plupart des cas, les dépressions originaires de la surface du drift avaient tellement peu de profondeur qu'elles ont été comblées par le développement de la végétation. Les aires marécageuses mal égouttées résultent principalement des faibles rampes de la surface, de la nature presque imperméable du sous-sol et du développement d'un épais tapis de végétaux qui retient les eaux à la manière d'une éponge, de sorte que l'égouttement s'opère principalement par absorption dans le sol et, par suite, avec une extrême lenteur. Dans quelques cas les cordons littoraux et les barrages derrière lesquels il existait autrefois des lagunes font fonction de digues et s'opposent à l'égouttement naturel. Les aires de grande étendue ne sont pas affectées, pour ainsi dire, par l'érosion des cours d'eau, parce que d'une part le cycle de l'érosion en est aux phases du début, et parce que d'autre part le développement des eaux supérieures d'alimentation des cours d'eau est étouffé par le tapis de la végétation et que la nappe aquifère est très voisine de la surface.

Rainy River.

La Rainy, qui est le principal cours d'eau de la région, est une rivière remarquable en ce qu'elle s'adapte presque exactement à sa vallée et qu'elle n'offre qu'un faible nombre de méandres (planche I.) Sur une grande partie de son cours, ses berges des deux côtés s'élèvent abruptement, presque à partir du bord de l'eau et, si ce n'est aux endroits où l'affouillement se poursuit activement, ces berges offrent généralement des rampes arrondies, douces et couvertes d'herbes. Dans la partie supérieure de son cours, les berges immédiates ont une hauteur de 25 à 35 pieds et cette hauteur est souvent atteinte à quelques yards du rivage. Plus haut que ce point, des rampes faiblement ébauchées en terraces montent encore quelque peu, mais, en mains endroits, la vallée dans laquelle coule la rivière n'a pas une largeur supérieure au double ou au triple de celle de la rivière elle-même. Quoique la pente en soit très faible, ce cours d'eau offre quelques méandres et n'inonde que très peu la plaine, même dans sa partie inférieure. On rencontre souvent de longs prolongements en ligne droite et l'apparence de la rivière dans ces prolongements, donnant l'impression d'une grande tranchée ouverte à travers les dépôts de drift, est saisissante. La largeur moyenne de la rivière est d'environ 200 yards et sa profondeur, au milieu du chenal, à l'exception des rapides, varie de 10 à 20 pieds. Dans sa partie inférieure, près du lac des Bois, ses berges immédiates n'ont généralement qu'une hauteur de 10 à 20 pieds, mais elles sont la plupart rapidement minées par la base. Dans cette partie de la rivière, les terrasses correspondant aux stages des anciens niveaux du lac Agassiz sont mieux développées que dans la partie supérieure. À quelques-uns des détours les plus prononcés, une active érosion de la berge se poursuit sur l'extérieur des courbes et le dépôt s'effectue dans leur partie rentrante pour constituer de courts prolongements des fonds de vallée, qui quelquefois ont une largeur d'un quart de mille, mais qui n'offrent pas un développement de grande étendue.

Quoique la rivière ait une pente très faible, son volume lui donne un fort courant. En aval de la digue, à Fort Frances, où l'on peut dire en somme que la rivière commence, dès que le niveau de l'eau en amont de la digue n'est que de quelques dixièmes de pied inférieur à celui du Rainy Lake, il n'existe que deux obstructions, formant rapides, au cours de la rivière. La première se présente à 35 milles en aval de Fort Frances, aux rapides Manitou, où un barrage du chenal de la rivière réduit celle-ci à la moitié environ de sa largeur normale. La chute n'est ici que d'un pied et demi environ, au niveau moyen de l'eau. Les rapides du Long Sault commencent à 7 milles plus loin en descendant la rivière. Ils sont principalement causés par les cailloux du fond et se prolongent sur une distance de près de 2 milles, en effectuant une chute totale de

5½ pieds. On a établi ce calcul par la détermination de l'altitude de la surface de la rivière, à des points en aval et en amont des rapides, en prenant comme point de départ les repères établis pour indiquer les niveaux précis relevés par le Service géologiques des États-Unis, et la différence constatée n'excède probablement pas un pied. On a calculé que l'altitude de la surface de l'eau, en amont de la digue de Fort Frances, telle que déterminée d'après les repères établis par ce Service, dans la ville d'International Falls, en face de Fort Frances, de l'autre côté de la rivière, était de 1077·5 pieds en juillet 1913, la rivière paraissant à un niveau moyen. Au pont de chemin de fer près de la ville de Rainy River, à 70 milles en aval de Fort Frances, on a vérifié que l'altitude de l'eau, telle que déterminée d'après un repère du Service géologique des États-Unis, au pont, est de 1062·5 pieds, ce qui donne à cette surface une pente moyenne de 2 pouces ½ par mille sur 70 milles. En ne tenant pas compte des deux rapides, ce chiffre doit être abaissé à 1 pouce ½ par mille. En aval de la ville de Rainy River on a constaté que la pente est encore plus faible: elle ne manque qu'un pouce par mille sur 12 milles. Malgré sa pente très faible, la rivière a un courant remarquablement fort. Dans sa partie supérieure, cette pente varie beaucoup ici et là. Lorsque les eaux des crues versées par les tributaires pénètrent dans la rivière en amont des rapides Manitou, elles ne peuvent franchir librement ces rapides, et étant ainsi forcées de "reculer", elles exhaussent de plusieurs pieds le niveau de la rivière, au pied de la digue de Fort Frances.

Les particularités qu'impose cette situation à la Rainy sont bien démontrées par le cours qu'elle adopte. Elle a pris naissance sur la plaine qui forme partie du lit du lac Agassiz, immédiatement après le retrait des eaux de ce lac, et a servi de voie d'écoulement pour les eaux dont le lac a formé un bassin de réception. Après avoir franchi vers l'ouest une distance de 3 milles, à partir de Fort Frances, elle dévie brusquement vers le sud sur une égale distance de 3 milles, puis continue vers l'ouest et s'oriente plus bas vers le nord. Chacune de ses brusques déviations s'explique par le fait qu'elle a cherché les parties les plus basses de la surface originaire de la plaine. Elle s'est rapidement retranchée dans sa vallée et l'apparence remarquable en forme de canal, qu'elle offre sur une grande partie de son cours, semble devoir être attribuée principalement à la faible résistance des matériaux qu'il lui fallait excaver et au grand volume des eaux qui lui étaient fournies, circonstances qui ont grandement accru la prédominance de son travail d'affouillement du fond sur l'érosion latérale.

Il y a aussi des indications que la vallée de la Rainy a été, en partie du moins, creusée par l'érosion des cours d'eau, avant la formation du lac Agassiz, et qu'elle a été partiellement comblée par le dépôt des sédi-

ments durar' 'istence de ce lac. Ces sédiments ont été dans une grande propo. uon enlevés par le cours d'eau actuel, mais on a observé qu ils constituent, en plusieurs endroits, des lambeaux des flancs de la vallée et qu'ils reposent par discordance sur les dépôts de drift sous-jacents. Le cours d'eau, tel qu'il existe aujourd'hui, paraît avoir assez généralement suivi le lit de celui qui l'a précédé, mais on ignore s'il ne s'en est pas quelquefois écarté.

Drainage d'ordre secondaire.

Les tributaires de la Rainy, qui lui arrivent du territoire du Minnesota, sont en général beaucoup plus considérables que ceux dont le parcours se fait exclusivement en terre canadienne. Parmi ces derniers, les principaux sont les rivières La Vallée, Sturgeon et Pine. Les tributaires, dans leurs cours inférieurs, offrent beaucoup des traits caractéristiques d'ensemble de la Rainy. Leurs berges sont généralement hautes et escarpées et leurs chenaux, comparativement larges et profonds, plongent brusquement au-dessous du niveau général de la plaine. Ces particularités cependant ne caractérisent les tributaires que sur une faible distance et, dans leur cours moyen, ils apparaissent remarquablement tortueux; leurs berges s'abaissent rapidement, quoiqu'elles se maintiennent à une hauteur suffisante pour faire obstacle au débordement, à l'époque des crues. Dans leurs cours supérieurs, où ils traversent fréquemment des aires marécageuses, les cours d'eau débordent souvent et quelquefois des levées naturelles se forment sur leurs berges. À leur entrée dans la Rainy, plusieurs des petits tributaires ont l'apparence de cours d'eau d'un développement considérable, possédant des chenaux larges et profonds, mais souvent leur longueur totale ne dépasse pas 1 ou 2 milles. On rencontre quelquefois des aires marécageuses privées de voie d'écoulement, dans un rayon d'un quart de mille de la rivière et à une hauteur de 40 pieds au-dessus de son niveau. Les tributaires affouillent facilement et profondément leurs chenaux dans les superficies où le niveau des eaux d'infiltration a été abaissé, par suite de la proximité du cours d'eau principal, mais suivant que le niveau de la nappe aquifère se rapproche de la surface du sol, la puissance d'érosion des cours d'eau diminue et la pousse d'une dense végétation vient faire obstacle au développement des eaux supérieures d'alimentation. Il en résulte qu'un très grand nombre des tributaires, tout en possédant à leurs embouchures un chenal large et profond, ont souvent une pente beaucoup plus raide dans leurs parties supérieures et ne fournissent qu'une faible course, ce qui explique la présence de superficies marécageuses de grande étendue, que l'érosion n'a virtuellement pas atteintes. Souvent les arêtes des roches forment des digues naturelles ou niveaux de base locaux sur les cours d'eau tributaires. La sinuosité bien marquée de plusieurs

des tributaires, contrastant avec la rectitude de la Rainy, peut être due à des digues locales, qui les a empêchés d'éroder leurs chenaux et au fait que le volume de leurs eaux était comparativement faible.

Dans la portion nord-est du district, les rivières Big Grassy et Little Grassy se déversent, vers l'ouest, dans le lac des Bois. Toutes deux, dans leurs cours inférieurs, sont caractérisées par des chenaux comparativement larges et profonds, presque constamment creusés dans des argiles lacustres de faible consistance. Pour ce qui regarde la rivière Little Grassy, le cours d'eau principal a une largeur de 200 à 300 pieds près de son embouchure, et 4 milles plus haut, il mesure encore de 100 à 200 pieds en largeur et de 8 à 10 pieds en profondeur, au niveau actuel de l'eau. Il conserve le niveau du lac des Bois, à partir de son embouchure, sur une distance de 5 milles, jusqu'au premier de ces points, où la roche solide affleure dans son lit. Au delà, il diminue rapidement en volume et se fait sensiblement tortueux, alors que, dans sa partie inférieure, il n'offre que peu de méandres comparativement. Les berges de cette partie inférieure sont généralement escarpées de chaque côté, pour gagner progressivement en hauteur en remontant le cours d'eau; elles n'excèdent le niveau de l'eau que de 2 à 3 pieds près de l'embouchure, mais atteignent de 15 à 20 pieds, à 4 ou 5 milles en amont. L'eau remplit ordinairement la vallée presque entièrement, de berge à berge, et la vallée n'est en somme qu'une tranchée pratiquée dans la plaine. Il existe cependant, dans la vallée, un étroit chenal sinueux que borde une petite plaine alluviale de haut niveau, généralement submergée sous 2 ou 3 pieds d'eau, lorsque ce chenal est à son niveau moyen actuel. Cette particularité, suggérant l'idée d'une inondation et qui est commune à presque tous les grands cours d'eau pénétrant dans la partie sud du lac des Bois, résulte vraisemblablement des bas niveaux antérieurs du lac, car on sait que le lac a de temps à autre subi de grandes variations de niveau.

La rivière Big Grassy, qui se déverse dans le lac à environ 10 milles plus loin, a beaucoup de cette physionomie générale, si ce n'est que les dépôts de drift, n'ayant pas été abandonnés avec la même profusion ou aussi uniment sur la superficie qu'elle parcourt, de petites expansions en forme de lacs, déterminées par le dépôt inégal du drift et non par une érosion postérieure, paraissent le long de son cours.

Dans la région la plus élevée de la superficie, près des eaux supérieures de quelques-uns des cours d'eau tributaires, le caractère général des vallées de cours d'eau offre un contraste frappant avec l'apparence de jeunesse qu'elles portent dans la plus grande partie de leur développement. Dans certains cas, comme en remontant vers la source de la rivière Pine, dans le township Mather, on constate que la vallée du cours d'eau est large et présente des flancs en pentes douces, alors que dans

sa partie inférieure elle est étroite et montre des flancs escarpés, indiquant ainsi une frappante discordance topographique. Cette situation parait résulter pour une part de l'érosion du cours d'eau durant l'existence du lac Agassiz, à l'époque où les eaux se maintenaient à un niveau légèrement inférieur au niveau général de la région des sources de ces cours d'eau, et pour une autre part à l'érosion du cours d'eau antérieure à l'exhaussement des eaux qui ont donné naissance au lac Agassiz.

Lacs et marécages.

Les deux plus grands lacs du district sont le Rainy Lake et le lac des Bois qui, en un sens, peuvent être considérés comme des successeurs amoindris du lac Agassiz pro-glaciaire, dont le développement embrassait presque toute la région. Le lac Agassiz était cependant entouré par les glaces, dans sa partie septentrionale, tandis que ses successeurs sont partiellement ceinturés par la roche et, dans leur développement vers le sud-ouest, endigués par les dépôts de drift.

Le lac des Bois, situé sur la limite occidentale du district, a une longueur au maximum de près de 70 milles, dans une direction nord et sud, et une largeur au maximum d'environ 40 milles dans sa partie méridionale. Il est naturellement divisé, comme l'ont signalé des écrivains antérieurs, en deux parties distinctes: une partie septentrionale caractérisée par une côte rocheuse très irrégulière et dont la surface est profusément parsemée d'îles, et bornée par des rivages bas, sabloneux et marécageux offrant des contours gracieusement incurvés. Cette dernière partie, située au sud-ouest des îles Bigsby et Big est, sur sa plus grande étendue, peu profonde et représente la superficie inondée de la plaine recouverte par une grande épaisseur de drift. L'eau n'a souvent pas plus de 20 pieds en profondeur, à une distance de 1 mille ½ du rivage, et on remarque que, sur toute l'étendue de la partie méridionale du bassin, son maximum de profondeur n'excède pas 50 pieds. La plus grande profondeur constatée par le Dr G.-M. Dawson, dans la partie septentrionale du lac, à la suite d'un grand nombre de sondages, se trouve dans la baie de Portage du Rat, près de la décharge du lac où la sonde a enregistré 84 pieds (9, page 204.) La plus grande profondeur de la partie méridionale se trouve à proximité de la frange septentrionale des îles, et les plus faibles contournent les rives sud et sud-ouest. Les terres situées en bordure de ces rives sont généralement basses et marécageuses; mais elles offrent parfois des aires plus élevées et des affleurements de roches cristallines. Vers le sud-ouest, à partir du lac, le sommet de la ligne de partage, qui sépare les eaux coulant vers l'ouest jusqu'à la Red River de celles qui se jettent dans le lac des Bois, est généralement composé de dépôts de drift, d'une nature marécageuse et, sur quelque distance, ne domine pas le lac de plus de 30 pieds. Il suit de là

que les plaines boisées du district de la Rainy et de la partie méridionale du lac des Bois forment avec celles du Minnesota septentrional et du sud-est de Manitoba un ensemble continu.

On a constaté, en juillet 1913, que l'altitude du lac des bois était de 1061 pieds, d'après les déterminations basées sur les repères établis à Warroad, Minn., par le Service géologique des États-Unis. Une ligne de niveau d'eau visible sur les roches dans des endroits abrités autour du lac, se trouve à une altitude de 1062·5 pieds. On dit qu'au cours des dix dernières années, le maximum de la variation de l'altitude du lac a été d'environ 5 pieds. Durant les années qui ont précédé, il est probable que les variations de niveau ont été encore plus grandes. Le Dr Lawson a remarqué que le lac avait une "hausse et une baisse d'une portée de 10 pieds." (10, page C.C.)

Avec sa surface parsemée d'îles et ses rives rocheuses déchiquetées, le lac à la Pluie ressemble à la partie septentrionale du lac des Bois. Sa plus grande longueur est de 50 milles environ et son contour est très irrégulier. Il embrasse une superficie totale de près de 350 milles carrés, dont près de 40 milles carrés sont occupés par des îles. À la suite d'un grand nombre de sondages, le Dr Lawson a constaté que sa plus grande profondeur se trouve à un endroit situé à deux milles au sud des détroits Little Rocky, où il a atteint le fond à 110 pieds. Les données de 51 sondages ont indiqué une profondeur générale de 47·4 pieds que le Dr Lawson croit se rapprocher probablement de la profondeur moyenne (11, page 16 F). Le lac occupe un bassin vraisemblablement en partie creusé dans le roc, mais aussi partiellement endigué par des dépôts de drift sur son bord sud-est, et il représente une partie inondée de la région du plateau rocheux soumis à l'action glaciaire. Son peu de profondeur et le grand nombre de ses îles, dont l'altitude moyenne au-dessus de l'eau n'excède pas de beaucoup la profondeur moyenne de cette eau, reproduit bien le relief peu accentué, mais irrégulier, et la disposition en mamelons d'une grande partie de la surface de ce plateau rocheux.

Le calcul a donné au lac une altitude de 1110 pieds en juin 1913, alors que les eaux en étaient hautes. On remarque que la digue de la Rainy, à Fort Frances, qui régularise l'écoulement, augmente de 4 pieds la profondeur des eaux du lac. Les bas niveaux de ce lac, dans le passé, paraissent avoir été causés par la profondeur et la tendance aux débordements des chenaux des parties inférieures de quelques-uns des cours d'eau qui se déversent dans le lac, comme dans le cas du cours d'eau de l'extrémité méridionale de la baie Stanjikoming.

Le district a pour particularité bien marquée d'offrir des aires marécageuses et non égouttées de grande étendue (planche V.) À certains endroits de la surface, les marécages occupent les dépressions originaires peu profondes qui ne sont pas naturellement drainées. En d'autres

endroits, des cordons littoraux qui se sont formés au cours de l'existence du lac Agassiz agissent en manière de digues et s'opposent à l'égouttement libre. L'état marécageux de la surface est aussi attribuable, en maintes localités, à la pente très douce de cette surface, à l'imperméabilité presque complète du sous-sol, plus particulièrement du till calcifère, et au faible développement des vallées des cours d'eau. Les marécages sont généralement bien boisés, mais les parties centrales en sont souvent dépourvues d'arbres et consistent, dans la plupart des cas, en marais formés de boue végétale et de tourbe recouverts de mousse, auxquels on applique plus particulièrement le nom de "Muskeg." Ces marais qui occupent une portion relativement faible des aires tremblotantes ou flottantes qui gardent leur humidité tout l'été, sauf par des saisons d'une exceptionnelle sécheresse. Les marais tremblotants représentent des portions de bassins de lacs peu profonds qui ont été partiellement ou entièrement envahis par la pousse graduelle de la végétation, gagnant des bords vers le milieu. Il existe encore des mares d'eau à découvert, variant en étendue de quelques acres à un demi-mille carré, que l'on peut observer dans toutes les phases de ce travail d'envahissement. L'épaisseur des matériaux de tourbière atteint quelquefois jusqu'à 20 pieds, mais leur épaisseur moyenne n'excède pas 3 ou 4 pieds sur une grande partie des aires marécageuses. L'humidité presque continuelle de plusieurs des marais fait obstacle à l'aération et à l'oxydation des accumulations végétales, d'où il suit que les matériaux ne sont, en forte proportion, que partiellement décomposés et participent de la nature de la tourbe. Près des bords des mares et le long des cours d'eau qui noient leurs berges, il s'introduit une quantité considérable de substances minérales et l'oxydation s'opère ainsi plus complètement, ce qui donne aux matériaux un caractère vaseux.

ÉROSION GLACIAIRE ET SÉDIMENTATION.

La région entière a été intensément soumise à l'action glaciaire, par les nappes glaciaires venues de diverses directions à des époques différentes, durant la période glaciaire. La direction dominante de l'action glaciaire, ainsi que le constatent les stries, les sulcatures glaciaires, etc., s'orientait vers le sud-ouest. Cette action glaciaire paraît avoir produit les plus grands effets érosifs et les marques en sont généralement bien conservées. Un autre mouvement de la glace s'est dirigé plus franchement vers le sud ou vers le sud-ouest. Que ce mouvement ait suivi ou précédé le mouvement vers le sud-ouest, le problème ne pourrait être bien précisément solutionné. Un autre système de stries qui traversent presque normalement celles que l'on vient de mentionner, indique un mouvement de la glace dans une direction du sud-est à l'est. On n'a observé ces dernières stries que dans la partie méridionale du district

où se trouve le till calcarifère. En certains endroits, on a constaté qu'elles croisent les sulcatures creusées par le glacier venu du nord-est et on n'a pas remarqué qu'elles aient été elles-mêmes croisées par des stries postérieures, si ce n'est peut-être dans un ou deux cas, près du bord septentrional du drift calcarifère. Il est possible que, dans ce cas, les stries orientées vers l'est se rattachent à un mouvement de la glace venant du glacier keewatinien, le plus ancien de tous, car le drift calcarifère se rencontre parfois dans le district, comme sousjacent au drift rouge.

Les effets érosifs des nappes glaciaires sont indiqués par le développement des surfaces rocheuses moutonnées d'une grande étendue de la région du plateau rocheux (planche III.) La partie septentrionale du district n'est en général recouverte que d'une faible quantité de drift et de grandes superficies se présentent où l'on trouve à peine trace de sol minéral. On observe souvent des saillies rocheuses dénudées, en forme de dômes arrondis et d'arêtes raclées et polies par la glace. Les stries de leur surface sont quelquefois conservées, même là où le manteau de drift n'existe pas.

La nappe glaciaire qui a apporté le till calcarifère du nord-ouest n'a effectué que peu d'érosion comparativement dans le district, mais elle a déposé une quantité considérable de matériaux, par opposition à la faible quantité apportée par la nappe glaciaire venue du nord-est.

CHAPITRE V.

GÉOLOGIE DESCRIPTIVE.

GÉNÉRALITÉS.

Les roches solides ou les assises de roches du district de Rainy River se composent, autant que l'on sache, de roches précambriennes (11). Sur ces roches reposent en discordance les dépôts superficiels du quaternaire (pléistocène et récent). Elles n'affleurent pas sur une grande étendue, si ce n'est dans la partie septentrionale du district. Les dépôts superficiels ou les roches meubles consistent d'une part, en cailloux erratiques et en till glaciaire ou argile à blocaux, déposés par l'action des vastes glaciers continentaux qui ont autrefois couvert la région; ils consistent, d'autre part, en dépôts fluvio-glaciaires stratifiés formés par les cours d'eau associés aux nappes glaciaires; une troisième part se compose des sédiments lacustres abandonnés dans les lacs formés durant le recul ou la fusion des nappes glaciaires, à la fin de la période pléistocène ou glaciaire. Les dépôts superficiels comprennent aussi les dépôts de l'âge récent, consistant en alluvions de crues, de sable chassé par le vent et de boue glaciaire et de tourbe.

Deux couches distinctes de till, au moins, se présentent dans le district. L'une de ces couches, caractérisée par la quantité considérable de ses cailloux de calcaire et par une forte proportion d'argile, a été déposée par un lobe du glacier keewatinien venant du nord-ouest. Elle repose, par endroits, sur un till de nature généralement plus sableuse et ne contenant pas les mêmes cailloux de calcaire. Ce dernier till a été apporté dans le district par un lobe du glacier labradoréen venant du nord-est. Un drift calcarifère sousjacent au till non calcarifère se rencontre aussi en petites quantités dans le district et constitue le plus ancien des dépôts de drift. Cet ancien drift calcarifère provient apparemment du nord-est, mais les données relatives à sa nature exacte et à son origine ne sont pas claires, tellement peu est-il exposé à la vue.

Le till calcarifère est surmonté et quelquefois supporté par des argiles calcarifères fortement laminées, qui fréquemment contiennent de petites pierres et parfois de gros cailloux. Ces argiles ont été déposées dans un lac pro-glaciaire (glaciaire-marginal) en avant du lobe du glacier keewatinien qui a apporté le till calcarifère dans le district, et elles dérivent principalement de matériaux en cours de transport par la nappe glaciaire. On peut rapporter ces argiles rocheuses laminées aux dépôts glaciolacustres, pour les distinguer des dépôts lacustres plus récents, qui dérivent principalement de l'érosion de surfaces de terre ferme et qui ont

été déposés sous les eaux du lac à une distance considérable de la bordure d'un glacier quelconque. Le lac pro-glaciaire dans lequel ont été déposées les argiles glacio-lacustres est celui que l'on désigne dans ce rapport sous le nom de lac Agassiz primitif. Le lac a été en grande partie asséché et une période d'érosion a suivi son assèchement avant la formation du lac Agassiz pro-glaciaire plus récent.

Les argiles glacio-lacustres et le till calcarifère sont surmontés en discordance par les dépôts du lac Agassiz pro-glaciaire et ceux-ci à leur tour sont suivis par les dépôts de l'âge récent de l'alluvion, des sables chassés par le vent et de la vase et de la tourbe des marécages.

Le tableau suivant indique la succession des événements géologiques et la nature des formations rocheuses, qui reposent en discordance sur les roches cristallines précambriennes. Les roches meubles seront décrites dans l'ordre de leur âge, en commençant par les plus anciennes.

Tableau des formations.

Système.	Série.	Succession des événements.	Lithologie et caractère général des dépôts.
	Récent	Érosion et sédimentation récentes qui ont suivi la disparition du lac Agassiz pro-glaciaire.	Vase et tourbe de marécages composées de matériaux principalement organiques; sables et graviers littoraux et sables chassés par le vent, le long des rives des lacs actuels; argiles boueuses passant du brun au noir des basses terrasses de quelques parties des cours d'eau actuels.
		Mouvement de progression des nappes glaciaires dans la région située au nord, endiguement de l'écoulement vers le nord, et la formation du lac Agassiz pro-glaciaire, érosion et sédimentation durant les phases d'exhaussement du lac et aussi durant les phases d'épuisement qui ont suivi la retraite définitive des nappes glaciaires; le soulèvement de l'écorce terrestre durant les phases de l'épuisement du lac.	Sables et graviers littoraux stratifiés et interstratifiés, contenant parfois des coquilles d'eau douce; sables lacustres et fluvio-lacustres stratifiés et argiles généralement calcarifères et de couleur jaunâtre, contenant à certains endroits de minces couches et des lentilles de gravier, portant en leur partie inférieure des coquilles d'eau douce et parfois de faibles quantités de matières organiques; dépôts de cailloux apportés par les icebergs ? (fait rare.)

Tableau des formations.—Suite.

Système.	Série.	Succession des événements.	Lithologie et caractère général des dépôts.
Quaternaire	Pléistocène ou glaciaire		
		Disparition du lac Agassiz primitif pro-glaciaire, du moins en partie; intervalle d'altération et d'érosion.	Aucune sédimentation reconnue.
		Marche du glacier keewatinien venant du nord-ouest; formation du lac Agassiz primitif pro-glaciaire, le long du bord de la nappe glaciaire; sédimentation dans le lac des matériaux dérivant principalement du front du glacier; chevauchement par la nappe glaciaire des dépôts formés en avant de la glace; retraite du glacier keewatinien et sédimentation dans le lac durant cette retraite.	Le drift gris ou calcarifère, consistant en till glaciaire (calcarifère) ou argile à blocaux, matériaux désassortis de couleur jaunâtre là où l'influence atmosphérique les a altérés et d'un gris bleuâtre là où cette influence ne s'est pas exercée; argiles limoneuses calcarifères glacio-lacustres bien laminées d'un bleu grisâtre et contenant, par endroits, des pierres et des cailloux, le produit de la glace flottante.
Quaternaire	Pléistocène ou glaciaire	Intervalles d'érosion, probablement de courte durée, intervenant entre la retraite du glacier labradoréen et l'invasion du glacier keewatinien.	Aucun dépôt connu.
		Mouvement de progression du glacier labradoréen sur toute la région à partir du nord-est.	Drift rouge, till non-calcarifère ou argile à blocaux et sables et graviers fluvio-glaciaires associés.
		Intervalle d'érosion.	Aucun dépôt connu.
		Mouvement de progression probable du glacier keewatinien, à partir du nord-ouest.	Ancien drift calcarifère, sables et graviers, en partie stratifiés, et très oxydés.

SYSTÈME QUATERNAIRE.

SÉRIE PLÉISTOCÈNE.

ANCIEN DRIFT CALCARIFÈRE DU GLACIER KEEWATINIEN.

On ignore si l'ancien drift calcarifère existe à la surface du district, mais il est exposé à la vue dans une coupe située près du centre du township Carpenter. On observe à la base de cette coupe quelques pieds de sable et de gravier rougeâtres contenant des cailloux de calcaire. Le dépôt de ce sable et de ce gravier apparaît imparfaitement stratifié et fortement oxydé et lixivié à travers toute l'épaisseur exposée à découvert, qui est d'environ 6 pieds. Il se trouve placé dans une position abritée, près de la base d'un mamelon rocheux et sousjacent à un dépôt de cailloux d'une épaisseur de 2 à 10 pieds, généralement libre de calcaire et paraissant dériver du drift rouge. Le dépôt de cailloux est lui-même recouvert, sur les flancs de la colline aux niveaux inférieurs, par l'argile glacio-lacustre. On n'a pas constaté à quelle phase croissante ou décroissante de l'action glaciaire appartient le vieux drift calcarifère. Les éléments calcaires de cet ancien drift semblent cependant indiquer qu'il doit être rattaché à un mouvement ancien de la glace s'orientant à partir du nord-ouest, c'est-à-dire, à partir du centre de l'action glaciaire.

DRIFT ROUGE DU GLACIER LABRADORÉEN.

On applique souvent le terme "drift rouge" au till glaciaire et aux dépôts fluvio-glaciaires dérivés des régions susjacentes aux roches précambriennes. Dans le district de Rainy River, seule la partie supérieure altérée par influence atmosphérique de cette masse des dépôts du drift est généralement d'une couleur rougeâtre, tandis que sa partie inférieure est ordinairement de couleur grise.

Till rouge.

Le till glaciaire du drift rouge a été apporté dans le district par un lobe de la nappe glaciaire labradoréenne, qui s'est avancé du nord-est, ainsi que l'indique l'allure des stries glaciaires développées sur les surfaces des roches sousjacentes. Le till ne contient pas de galets ou cailloux calcaires, dès que le glacier a traversé une région où l'on n'a pas observé la présence d'assises de roches calcaires, du moins sur une distance de plusieurs centaines de milles, dans une direction nord-est.

Le till glaciaire du drift rouge consiste en matériaux désassortis composés de fragments de roches anguleux, sub-anguleux et sub-arrondis de toutes dimensions jusqu'à plusieurs pieds en diamètre, disposés sans ordre dans une pâte de sable et de limon ou de poussière de roche, avec

une petite quantité de matériaux d'une finesse égale à celle de l'argile. Plusieurs des cailloux et des fragments plus petits des roches offrent des facettes bien développées et souvent polies et striées. Le till est très développé à la surface, dans la partie septentrionale du district, mais la quantité en est faible en général et, en plusieurs endroits, il n'offre sur les roches solides que l'épaisseur d'une mince feuille. Dans la partie méridionale, il est généralement dissimulé sous un épais manteau de drift calcrifère et on le voit rarement exposé à découvert, si ce n'est dans les coupes. L'une des meilleures coupes dans lesquelles apparaît le drift rouge est celle que présente une tranchée, le long du chemin de fer Canadian Northern, près de la rivière occidentale du Rainy Lake. Cette coupe découvre à sa base de 5 à 20 pieds d'un till qui ne contient aucun calcaire.

Dépôts fluvio-glaciaires.

Une partie du drift rouge est formé de sables et graviers irrégulièrement stratifiés, d'origine fluvio-glaciaire, que l'on ne peut observer que dans les coupes, car ils sont sous-jacents au till calcarifère. Leur grand développement est démontré par les nombreux forages de puits qui, après avoir percé le till calcarifère, atteignent l'eau dans les sables et graviers sous-jacents. Ces sables et graviers sont bien exposés à découvert, dans une coupe qu'offre un grand puits de gravier, situé à 1 mille ½ à l'ouest de Fort Frances. Ils couronnent et entourent un mamelon, très affecté par l'action glaciaire, de roche cristalline, portant des stries orientées dans une direction sud-ouest. Ils existaient autrefois sous la forme d'un dépôt en kame à pente douce d'un côté et abrupte de l'autre, dont le sommet a été aplani par l'action de la vague, alors que les sables et graviers étaient de nouveau déposés sur les flancs de manière à offrir une relation discordante avec les dépôts sous-jacents. Près de 30 pieds de sable et gravier sont exposés dans une coupe du puits. Ce sable et ce gravier consistent en matériaux très usés par l'eau dérivant des roches cristallines et ne contenant pas de calcaire, autant qu'on sache. Une grande partie des matériaux est de grande finesse, mais il s'y mêle de petits cailloux, et même quelques gros, en grande proportion usés par l'action de l'eau. La stratification est généralement fortement inclinée et subit aussi des plongements quaquaversaux. On a observé des dépôts quelque peu semblables dans les puits de gravier, à proximité de Farrington et de Mine Centre. On n'a pas constaté la présence de dépôts fluvio-glaciaires en association avec le drift, mais leur absence résulte probablement du fait qu'un lac en bordure de la glace a été formé en face du lobe de glace qui a déposé le till calcarifère. Il suit de là que les dépôts enlevés du glacier par les eaux étaient d'un caractère glacio-lacustre.

DRIFT GRIS OU CALCARIFÈRE DU GLACIER KEEWATINIEN.

Till (calcarifère) glaciaire.

Le till calcarifère a été apporté dans le district par un lobe du glacier keewatinien s'avançant du nord-ouest, comme l'indique la direction des stries sur les surfaces des roches supportant le till et la nature des matériaux composant le till. Une grande porportion de ces matériaux consiste en calcaire, grès et argile schisteuse triturés, provenant des roches sédimentaires qui se rencontrent comme formations de roches solides dans la province de Manitoba. Les fossiles recueillis par Mr A.-C. Lawson, dans une masse de calcaire que l'on trouve à environ 6 milles de Fort Frances, ont été déterminés par Mr P.-E. Raymond comme appartenant au calcaire Richmond (ordovicien supérieur) (17, page 110). En pratiquant une excavation dans cette masse, que Mr Lawson indique comme constituant possiblement un calcaire in situ, l'auteur a constaté qu'elle n'est en réalité qu'un grand cailloux empâté dans le drift.

Des fragments d'argile schisteuse et de charbon se présentent parfois dans le till avec de gros cailloux et des fragments anguleux et subanguleux plus petits de calcaire, ainsi que de roches cristallines. Les traits caractéristiques les plus frappants du till sont la proportion élevée de la boue et de l'argile et le petit nombre des cailloux dispersés dans sa masse. Dans certaines coupes, on observe qu'il consiste en matériaux boueux et argileux non stratifiés, contenant des galets et de plus gros fragments rocheux, anguleux, subanguleux et subarrondis disposés confusément. Les cailloux comprennent plusieurs variétés de roches dérivées à la fois du précambrien et des roches sédimentaires d'un âge plus récent. Dans d'autres coupes, on a observé que les cailloux de calcaire étaient les plus nombreux. Une grande partie du till, cependant, contient comparativement peu de cailloux et une forte proportion d'argile. Le till non altéré par l'influence atmosphérique est d'un gris bleuâtre. Altéré par cette influence, il devient jaunâtre et développe quelquefois une structure grossièrement colonnaire, par suite de retrait. Là où domine un drainage imparfait de la surface ou un sol marécageux, l'oxydation du contenu en fer a été entravée et la couleur reste d'un gris-bleuâtre, ou s'assombrit par l'introduction des matières organiques. Le till est presque imperméable, du fait de son haut contenu en argile, et dans certains cas il n'est lixivié qu'à une très faible distance de la surface. On a une fois constaté qu'un spécimen du till receuilli à un pied de la surface du sol a perdu, par le traitement à froid avec l'acide hydrochlorique dilué, 26·5 pour cent de ses éléments constituants. Le till pris à une profondeur de plusieurs pieds en dessous de la surface a perdu 27·5 pour cent. La forte proportion des éléments

constituants solubles du till est due partiellement à la grande quantité de calcaire trituré qu'il contient et en général à son mode de dérivation; car le glacier a enlevé aux roches non altérées par l'action atmosphérique une partie des matériaux qu'il a transportés et peu d'opportunité a été offerte à l'altération, soit durant la période du transport, soit après la sédimentation. La composition mécanique ou la texture des matériaux de moins de 2 millimètres de diamètre, qui forment le till, est indiquée par le tableau suivant, dans lequel les chiffres représentent les proportions.

Description	Gravier fin. 2—1 mm.	Sable grossier. 1—0·5	Sable d'un grain moyen. 0·5—0·25 mm.	Sable fin. 0·25—0·1 mm.	Sable très fin. 0·1—0·05 mm.	Boue 0·05—0·005 mm.	Argile. 0·005 mm.
Till non altéré par l'air....	2·4	2·7	2·5	7·9	10·3	34·8	39·4
Till altéré par l'air........	5·6	4·7	4·8	13·4	20·6	32·2	18·7

Le fort pourcentage des matériaux de la finesse de l'argile, dans le till, résultant principalement d'actions mécaniques, est exceptionnel et paraît être dû au fait qu'une grande partie des matériaux provient des schistes argileux crétacés qui affleurent dans le Manitoba. L'altération a réduit la quantité de l'argile et, dans une moindre mesure, le limon, ce qui a eu pour effet d'accroître les proportions des sables. Un examen des sables décèle la présence d'une forte proportion de minéraux autres que le quartz Dans la partie altérée, le quartz existe en moindre quantité que dans celle qui ne l'est pas. La couleur claire, généralement quelque nuance de jaune, du till altéré, indique que le fer du till non altéré est à l'état ferreux et en faible quantité. Le limon est en grande partie composé de poussière de roche, c'est-à-dire qu'elle est le résultat de la désagrégation plutôt que la décomposition chimique.

Les cailloux du till adoptent de préférence la forme anguleuse ou subanguleuse, et offrent souvent des facettes bien polies et striées. On observe de semblables surfaces à facettes et polies sur une proportion moindre des fragments plus petits des roches. Les roches cristallines sont probablement les plus nombreuses, mais les cailloux de calcaire se montrent aussi en abondance. Dans quelques cas, on a remarqué des masses de calcaire de couleur crème et stratifiées, de 8 pieds carrés et d'une épaisseur de 3 à 4 pieds.

Une des plus remarquables particularités du till calcarifère consiste en ce qu'il ne reflète pas apparemment dans une grande mesure la nature

des roches sous-jacentes. Il se peut que de petits lambeaux isolés de calcaire ou d'argile schisteuse existent comme assises de roches dans la région, mais il est au moins certain que les roches précambriennes sont sous-jacentes à la majeure partie du district, ainsi que l'indiquent leurs nombreux affleurements dans la partie sud-ouest de ce district. Les affleurements se présentent à divers endroits autour de l'extrémité méridionale du lac des Bois et sur le côté sud-ouest, près de la frontière du Manitoba. Il est pourtant évident que la glace s'est avancée de plus, de 100 milles, dans une région reposant surtout sur des roches cristallines et cependant, la plus grande partie des matériaux, ceux spécialement d'une finesse particulière, proviennent des roches sédimentaires. Une explication probable de cette circonstance paraîtrait être que les roches sédimentaires, dans le Manitoba, par suite de leur faible résistance à l'érosion, ont fourni une grande abondance de ces matériaux au glacier; dans le district de Rainy River, les roches cristallines offraient une résistance plus grande et le glacier déposait plutôt qu'il n'érodait.

Le till calcarifère se rencontre à travers la plus grande partie du district de Rainy River, et n'en couvre la surface, sur une étendue d'au moins 1[illegible] milles carrés, que d'un léger manteau d'une épaisseur de quelques po[illegible] de sable et de limons lacustres. Il offre, par endroits, un maximum d'épaisseur de 100 pieds, comme l'indiquent des forages de puits, mais son épaisseur moyenne est de beaucoup moindre. Les coupes montrant plus de 10 pieds du till se voient rarement dans le district. On rencontre, le long de la Rainy, surtout sur son cours inférieur en aval de la ville de Rainy River, des coupes nombreuses qui découvrent à la vue 10 à 12 pieds de till. Des tranchées récemment pratiquées au cours de la construction de chemins publics ont aussi procuré des coupes. L'une de ces tranchées, située à 1 mille ½ à l'est de la ville de Rainy River, découvre 10 pieds d'un till jaune altéré par influence atmosphérique, sousjacent à une épaisseur de 4 pieds d'argile glacio-lacustre et lacustre. Une semblable coupe de chemin récemment faite à un quart de mille du village d'Emo, met à découvert 8 pieds d'un till gris bleuâtre non altéré, recouvert d'une épaisseur de 3 à 8 pieds d'un till jaune et d'une argile glacio-lacustre d'un gris bleuâtre. On a aussi observé le till calcarifère bien à découvert dans une coupe qu'offre un puits de gravier, 1 mille ½ à l'ouest de Fort Frances, où une épaisseur de 6 pieds de till reposant sur un sable et une argile stratifiés, se présente à la surface (planche VI). On a constaté que le sable stratifié a été, par endroits, finement plissé et charrié par la nappe glaciaire (planche VIII) et que des masses de l'argile laminée sousjacente ont été labourées et incorporées au till. Cette particularité qu'offre le till se présente près de la limite orientale de son extension dans le district. On n'a pas

observé la présence de till à l'est de Fort Frances ou dans la partie septentrionale du district.

Moraines terminales. La plus forte partie du till calcarifère du district a été déposée sous la forme d'une moraine profonde. On tend à croire que le till était, pour une grande part, composé de matériaux renfermés dans le glacier, de ce qu'une forte proportion en a été transportée sur une distance considérable, et qu'il ne se confine pas à une seule localité. Le till de la moraine profonde montre très peu d'irrégularité en épaisseur, si ce n'est en général pour masquer la surface inégale des roches sous-jacentes. En certains endroits les roches sous-jacentes forment des erêtes en partie dissimulées sous une mince couche de till.

Près de l'extrémité est de la surface du till calcarifère, toutefois, paraît une large arête offrant de faibles ondulations qui ne peuvent être attribuées aux irrégularités de la surface des roches sous-jacentes. Cette crête ou cette série de monticules ne s'élevant pas à plus de 10 à 20 pieds au-dessus du terrain adjacent, s'étend dans une direction nord-ouest, à partir d'un point situé à quelques milles à l'ouest de Fort Frances, et forme la ligne de partage entre les eaux qui s'écoulent vers le nord-est et celles qui se dirigent vers le sud-ouest. En quelques endroits, la limite de l'extension du till est définie avec assez de précision par la crête et on peut considérer ce till comme étant une moraine terminale du lobe du glacier keewatinien, qui a apporté le till calcarifère dans le district. On n'a rien de précis au sujet de l'existence des moraines qui se seraient formées plus tard, lors du mouvement de recul de la glace.

Les reliefs très peu accusés qu'offrent les superficies du till sont attribuables sans doute partiellement au fait qu'un lac en bordure de la glace a été formé par la nappe glaciaire et qu'une partie des matériaux a été déposée par l'intervention de la glace flottante; il en sera ainsi probablement résulté une distribution plus uniforme des matériaux que ne l'auraient fait des nappes glaciaires opérant sur une terre ferme. Une grande quantité des matériaux était aussi probablement renfermé dans le glacier et a été abandonnée par la fusion de la glace, sans avoir été concentrée sur des étendues restreintes. L'action de la vague également a produit ses effets durant la période de l'existence des lacs marginaux-glaciaires, en applanissant, en quelque mesure, et en réduisant le relief.

Période d'action glaciaire. Le till rouge et le till calcarifère sus-jacent se rapportent tous deux à la phase de l'action glaciaire wisconsinienne (possiblement du Wisconsin primaire), car on a généralement reconnu que la nappe glaciaire wisconsinienne s'étendait à grande distance au sud du district de Rainy River. On n'a pas relevé d'indices d'érosion ou d'altération du till, qui auraient eu lieu avant la sédimentation du till calcarifère, et l'intervalle de temps entre la sédimenta-

tion des deux manteaux du till n'a probablement pas été de longue durée. Il existe cependant quelque preuve d'altération à l'air et d'érosion par l'action des cours d'eau, postérieurement à la sédimentation du till calcarifère et des argiles limoneuses glacio-lacustres du lac Agassiz primaire qui lui sont associées, et avant la sédimentation des dépôts lacustres du lac Agassiz. L'altération du till calcarifère atteint à une profondeur de 6 à 8 pieds, dans des endroits où il a paru évident, à cause de l'épaisseur et de l'imperméabilité des couches susjacentes, que cette altération a dû se produire avant la sédimentation des argiles lacustres susjacentes du lac Agassiz, mais la lixiviation n'a pas été considérable et il est possible que la durée de toute cette phase n'ait pas été très longue. Tyrrell a démontré (16), comme on l'a déjà mentionné, que le dernier mouvement de progression du glacier s'est effectué à partir du nord-est et que le glacier keewatinien a reculé jusqu'à bien près de sa source, avant que cette altération n'ait eu lieu. Le mouvement de progression à partir du nord-est s'est aussi rencontré avec une faible nouvelle avance du glacier keewatinien. Il est toutefois possible que ces deux mouvements, qui ont déterminé la formation du lac Agassiz pro-glaciaire, n'aient fait que marquer la clôture de la période de l'action glaciaire wisconsinienne et précéder la disparition définitive des nappes glaciaires.

Dépôts du lac Agassiz primitif pro-glaciaire.

Argiles glacio-lacustres. Ces argiles ont pour trait caractéristique d'être bien laminées. Les lamelles consistent en bandes alternatives de diverses nature et forme. L'une de ces bandes est d'une couleur d'un blanc grisâtre et consiste principalement en limon ou poussière de roche, tandis qu'une autre est d'une couleur gris bleuâtre et consiste surtout en matériaux aussi fins que l'argile. Les bandes d'argile sont généralement d'une plus grande épaisseur que les bandes de limon et les deux variétés diffèrent en épaisseur dans diverses parties d'une coupe. Un pied de la coupe contient en moyenne environ 50 de ces bandes de couleur blanc-grisâtre et le même nombre de bandes de couleur gris bleuâtre. Les bandes sont généralement de beaucoup plus minces dans la partie supérieure de la coupe que dans la partie inférieure. Des galets et moins fréquemment des cailloux se rencontrent dispersés dans les argiles, plus spécialement dans cette partie inférieure. Le tableau suivant montre la composition mécanique des échantillons des deux bandes de l'argile, par proportions:

Description	Gravier fin. 2—1 mm.	Sable grossier. 1—0·5 mm.	Sable d'un grain moyen. 0·5—0·25 mm.	Sable fin. 0·25—0·1 mm.	Sable très fin. 0·1—0·05 mm.	Limon. 0·05—0·005 mm.	Argile. 0·005 mm.
Bande d'un blanc grisâtre..	0·5	0·5	0·6	3·4	6·2	68·8	20·0
Bande d'un bleu grisâtre..	0·7	0·3	0·5	1·5	2·0	10·0	85·0

Les argiles sont généralement très calcarifères et font librement effervescence dans l'acide. On a constaté la présence, dans quelques cas, de matériaux solubles en égales proportions dans la bande d'argile et dans la bande de limon. La partie supérieure des lits contient souvent des nodules concrétionnaires, principalement composées de carbonate de chaux. Les concrétions ont une forme irrégulière, mais, en règle générale, elles imitent grossièrement celle de l'amande, avec leurs grands axes parallèles aux plans de la stratification. Là où elles paraissent, les plans de division des couches limoneuses peuvent à peine être discernés et la stratification est ordinairement bouleversée et emmêlée autour des concrétions, ce qui apparemment doit être attribué à la force d'expansion que ces concrétions exercent en se faisant place.

On a quelquefois observé que les argiles glacio-lacustres tout à tour supportent et surmontent le till calcarifère. L'une des meilleures coupes se trouve dans un puits de gravier à 1 mille ½ à l'ouest de Fort Frances. Cette coupe expose un sable stratifié, aux couches entrecroisées et marquées de rides, qui, en remontant, passe graduellement à une argile laminée que recouvre au sommet un till calcarifère compact, d'une épaisseur de 6 à 8 pieds (planche VII). Il est évident que la nappe glaciaire qui a apporté le till calcarifère s'est avancée dans un lac marginal glaciaire, a chevauché les argiles glacio-lacustres qui y étaient déposées et les a recouvertes du till. Les argiles ont été, par endroits, bouleversées et labourées par la glace et repoussées dans le till susjacent. Ailleurs, dans cette coupe, on ne rencontre pas d'argile et le till repose sur un sable stratifié qui, parfois, est finement plissé et charrié par la nappe glaciaire chevauchante (planche VIII).

Les argiles glacio-lacustres laminées se présentent aussi comme susjacentes au till calcarifère et occupent une étendue superficielle de plus de 100 milles carrés dans le district, mais elles n'ont généralement qu'une épaisseur de quelques pieds. On observe dans un grand nombre de coupes une transition graduelle du till calcarifère en argile, qui s'opère en remontant, c'est-à-dire que, dans la partie supérieure du till, il existe des bandes d'argile que séparent des matériaux de même nature en général

que le till sousjacent, si ce n'est que les particules fines y paraissent en moindre quantité. Les bandes d'argile de la base sont quelquefois distantes les unes des autres de près de 3 pieds, séparées qu'elles sont par des matériaux non stratifiés, et elles ressemblent au till. En remontant, les bandes d'argile se rapprochent et les matériaux rappelant le till disparaissent ordinairement dans un intervalle vertical de 8 à 10 pieds, pour céder place à la bande de limon. Les matériaux rappelant le till sont considérés comme ayant été déposés en s'échappant de la glace flottante, car les bandes d'argile ne sont pas dérangées et n'ont évidemment pas été chevauchées par la glace. Les argiles ont été déposées sur une surface quelque peu irrégulière du till et, dans leur partie inférieure, elles ébauchent grossièrement les irrégularités de la surface sousjacente, plongeant dans les cavités et s'arquant au-dessus des protubérances, mais l'inégalité de la stratification tend bientôt à disparaître et les couches se font presque horizontales dans l'espace de quelques pieds. L'épaisseur de ces argiles ne dépasse pas 15 pieds, dans aucune des coupes qui ont été examinées.

Il est manifeste que les argiles limoneuses laminées qui ont été déposées étaient en suspension dans une étendue d'eau stagnante et que cette eau était assez profonde pour empêcher tout dérangement du fond par l'action de la vague. Plusieurs géologues supposent que les argiles laminées de cette nature représentent des dépôts saisonniers, une couche de couleur foncée formant la somme des sédiments pendant une année entière. Quelques géologues sont aussi d'avis que la couche limoneuse est un dépôt d'été et d'autres qu'elle est un dépôt d'hiver. Dans les coupes observées dans la région de Rainy River, les dépôts d'iceberg, qui paraissent être représentés par les couches limoneuses se sont interposées entre les couches argileuses, et on suppose que la grande partie des matériaux a été déposée par la glace, durant l'été ou les chaudes saisons. Il est possible qu'une petite quantité de matériaux provienne de la fusion à la base du glacier durant l'hiver; mais comme il existait en face du glacier, un volume considérable d'eau, il semble probable que les courants de l'écoulement de la base du glacier auront été grandement paralysés. Si les matériaux ont été dérivés pour la grande partie durant la chaude saison, comme il paraît probable, alors il est possible que le limon puisse être regardé comme le principal dépôt d'été et l'argile comme le principal dépôt d'hiver. Ainsi qu'on l'a établi par des analyses mécaniques, la couche blanc grisâtre est largement composée du limon qui ne pouvait demeurer en suspension que peu de temps et la couche gris bleuâtre est très largement composée de matériaux aussi fins que l'argile, dont la plus grande proportion, une fois complètement désagrégée, peut demeurer en suspension dans une colonne d'eau de 8 pouces de hauteur, durant 24 heures ou plus. Il faudrait en conséquence à l'argile probablement plusieurs

mois pour se déposer. La présence du bicarbonate de chaux dans l'eau ferait que les particules de l'argile se désagrégeraient et se déposeraient plus rapidement, et d'autres agents de perturbation pourraient entrer en opération. Il est possible que les matériaux étant fournis par intervalles, plusieurs bandes de limon alternant avec des bandes d'argile comparativement minces puissent être déposées au cours d'une seule saison, dès qu'une grande proportion du limon, en suspension dans une profondeur de 100 pieds d'une eau dormante, peut reposer en grande partie dans le cours de quelques jours et presque entièrement dans l'espace de quelques semaines. Les bandes de l'argile, cependant, sont presque toujours plus épaisses que celles du limon. On ignore dans quelle profondeur d'eau les argiles ont été déposées, mais elles ont dû l'être au-dessous de la base de la vague, car les couches n'en sont ni marquées de rides ni dérangées. Que les matériaux dérivent en grande partie du glacier, cela est démontré par les galets et cailloux que l'on rencontre de temps à autre dans le dépôt et par le fait que, dans quelques cas, des lambeaux du sol ont été transportés à grande distance, à partir de certains endroits où les argiles étaient déposées. Ces matériaux sont semblables à ceux qui dériveraient du till calcarifère et les argiles se confinent, presque exclusivement, à la région que couvre ce till. Les argiles sont aussi dépourvues de l'élément sableux que les argiles lacustres doivent à l'action de l'érosion.

L'uniformité de la lamination suggère l'idée que les matériaux ont été fournis régulièrement et il y a bonne raison de supposer que les dépôts sont saisonniers.

Dépôts de cailloux. Les dépôts de cailloux mêlés de sable et de gravier existent en plusieurs endroits dans le district. Ces cailloux montrent ordinairement peu de signes d'usure glaciaire et ils sont plus usés par l'eau que ceux que l'on rencontre dans le vrai till. Les dépôts sont en général composés de matériaux trop grossiers pour offrir une stratification. Ils contiennent souvent des cailloux d'un diamètre de 3 à 4 pieds, les matériaux plus fins consistant surtout en sable et en gravier, avec très peu de limon ou d'argile.

Dans la coupe située le long du chemin de fer Canadian Northern, près de la rive ouest du Rainy Lake, le till du drift rouge supporte de 1 à 3 pieds d'argile laminée glacio-lacustre, contenant des cailloux de calcaire, et elle-même recouverte de 2 à 4 pieds de sable, de gravier et de cailloux qui forment la crête de l'arête. De semblables dépôts de sable et cailloux surmontant l'argile laminée ont été remarqués dans les coupes des carrières de gravier, le long du chemin de fer Canadian Northern, à des distances de 2 milles ½ à l'est de Farrington et de 3 milles ½ à l'est de Mine Centre. Ces localités sont situées l'une à 31 et l'autre à 41 milles à l'est de Fort Frances. Les deux coupes offrent quelque

similitude. Une faible épaisseur d'argile laminée et de sable repose par discordance sur les sables et graviers fluvio-glaciaires stratifiés du drift rouge, et est à son tour couverte par un dépôt de sable et de cailloux d'une épaisseur de 1 à 3 pieds. On n'a cependant observé ni galets ni cailloux de calcaire dans aucun des dépôts à l'est du Rainy Lake; mais les argiles laminées sont semblables à celles qui existent à proximité de Fort Frances, et le dépôt de cailloux qui les couvre est aussi semblable au dépôt correspondant situé près de Fort Frances, sauf qu'il ne contient aucun caillou. La stratification des argiles n'a pas été dérangée et il parait évident que ces argiles n'ont pas été chevauchées par la nappe glaciaire. C'est pour cela que les dépôts de cailloux sont considérés comme étant l'œuvre de la glace flottante.

On remarque aussi dans la partie occidentale de la région un dépôt considérable de cailloux, bien à découvert, le long des rives du lac des Bois et sur les îles situées a proximité du centre de ce lac. Près de l'extrémité sud-est de l'île Bigsby, on a observé que le dépôt de cailloux supporte une argile lacustre épaisse de plusieurs pieds; mais dans les parties plus septentrionales du lac, il ne porte qu'un mince manteau de sable ou de gravier. Des cailloux se montrent également dispersés sur la surface de quelques parties des dépôts lacustres, mais rarement à l'intérieur de ces dépôts. On n'a pas observé que des dépôts considérables de cailloux ou que le till surmontent le till calcarifère dans le district. Les dépôts de cailloux existent en très grande abondance précisément au delà de la limite du till calcarifère, et, à proximité de cette borne, ils contiennent parfois des fragments de calcaire semblables à ceux qu'on trouve dans le till calcarifère. On n'a pas généralement remarqué de calcaire parmi les cailloux, à une distance de plus d'un mille de la limite du till calcarifère. Dans la partie septentrionale du lac des Bois, la masse du sable et des cailloux a souvent une épaisseur de 10 à 20 pieds et forme à plusieurs endroits, en bordure du rivage, une terrace informe qui s'élève à une hauteur de 15 à 20 pieds au-dessus du lac. La plus grande partie du dépôt consiste en cailloux d'un diamètre d'un pied ou plus en moyenne. Plusieurs des cailloux montrent des signes d'usure par la glace; mais, plus ordinairement, ils sont usés dans une certaine mesure, par l'action de l'eau, et n'offrent pas les surfaces distinctement polies et striées que l'on remarque sur les cailloux empâtés dans le till. Les matériaux du dépôt sont généralement trop grossiers pour offrir une stratification bien apparente. Le dépôt diffère aussi du véritable till en ce que la pâte ne contient que très peu de till et d'argile.

Il est possible que les dépôts de cailloux précités appartiennent au drift rouge et qu'ils aient été entraînés par un mouvement en avant d'un lobe de glace, postérieurement à la sédimentation du till calcarifère. Il paraît toutefois plus probable qu'ils soient, pour une part au moins,

des dépôts d'iceberg associés au lobe de glace qui s'est avancé du nord-ouest et a apporté le till calcarifère dans le district; car il est reconnu qu'un lac marginal glaciaire, antérieur au lac Agassiz, a été formé par ce glacier. C'est dans ce lac que les argiles glacio-lacustres du district ont été déposées.

La présence, de temps à autre, de cailloux sur la surface des dépôts lacustres du lac Agassiz, qui a été plus tard formé par un mouvement de progression de la glace du nord-est déterminant une accumulation et une élévation des eaux, semble impliquer la présence de la glace flottante dans le lac. Les cailloux paraissent plus généralement à de hauts niveaux, correspondant aux périodes des hautes eaux du lac. À des niveaux inférieurs, les dépôts lacustres sont généralement libres de cailloux soit dans leur masse, soit à leur surface. Il paraît dès lors probable que le drift d'iceberg a été déposé durant les périodes des hautes eaux du lac, et que les dépôts de cailloux sont partiellement de date plus récente que le drift calcarifère. L'absence de tout till rouge surmontant le till calcarifère montre que le dernier mouvement d'approche de la glace ne s'est pas prolongé jusqu'au district Rainy River.

Lac Agassiz primitif pro-glaciaire. Les argiles glacio-lacustres ont été déposées dans un lac pro-glaciaire, qui peut être appelé lac Agassiz primitif. Les eaux de ce lac se sont évanouies en partie du moins, sinon entièrement, avant que le lac Agassiz, le dernier lac pro-glaciaire de la région, n'entrât en existence. Ceci est démontré par l'altération à l'air et l'érosion de ces argiles, qui se sont effectuées antérieurement à la sédimentation des argiles lacustres du lac Agassiz. La preuve sur laquelle cet avancé s'appuie est commentée dans un chapitre qui suit sur l'"Histoire géologique." On ignore quelle a été la mesure de l'expansion du lac Agassiz primitif et on ne connaît aucune des lignes de ses rivages. On rencontre les argiles dans le district de Rainy River, jus[illegible] une altitude d'au moins 1,250 pieds. Il est possible que dans la [illegible]tuée au sud, quelques-unes des plus hautes lignes de rivage, qui [illegible] assignées au "lac Agassiz glaciaire" (14), marquent en réalité [illegible]tes méridionales du lac pro-glaciaire dans lequel les argiles glacio-[illegible]res ont été déposées.

DÉPOTS DU LAC AGASSIZ PRO-GLACIAIRE.

Dépôts lacustres et fluvio-lacustres.

Les dépôts lacustres et fluvio-lacustres diffèrent des argiles limoneuses glacio-lacustres, en ce qu'ils dérivent, pour la plus grande part, de l'érosion des surfaces de terre ferme à laquelle ont présidé les cours d'eau et la vague. Ils en diffèrent également en ce qu'il n'offrent pas ordinairement de lamination régulière et qu'ils varient en composi-

tion. Les dépôts lacustres se rattachent principalement à l'érosion par la vague des rivages et des hauts fonds du lac. Les dépôts fluvio-lacustres sont pour la plupart des dépôts sub-aueux de remplissage de vallée et de deltas, et se concentrent dans les superficies que couvraient les cours d'eau à leur entrée dans le lac. Ils ont été effectués, pour la plus grande partie, dans une eau comparativement peu profonde près de l'embouchure des cours d'eau et comme remplissage de vallée, sur quelque distance en remontant ces cours d'eau. Dans quelques cas, les vallées de cours d'eau avaient été antérieurement creusées et les sables et les argiles fluvio-lacustres étaient concentrés dans ces vallées. En maints endroits, les dépôts fluvio-lacustres sont entremêlés, parce que des courants obéissant à la vague le long des rivages ont transporté les matériaux de delta et y ont mêlé d'autres matériaux provenant de l'érosion des rivages et du fond.

Le dépôt dont le développement sur le fond du lac s'est le plus étendu consiste en sable fin et en limon lacustres dont le manteau d'une épaisseur de quelques pouces seulement couvre la surface d'une grande partie de la superficie. Ce sable fin et ce limon paraissent dériver principalement de l'érosion par la vague du till calcarifère et des argiles limoneuses glacio-lacustres sur lesquels ils sont répandus. Ils consistent, pour une forte proportion, en "poussière de roche," c'est-à-dire, en matériaux que la glace de glacier a triturés. Une fois saturés d'eau, ces matériaux offrent les propriétés de l'argile, car ils sont légèrement plastiques; mais dès qu'ils sèchent, ils sont sans cohésion et farineux.

Les argiles sableuses et limoneuses du district sont généralement bien stratifiées, mais caractérisées par une alternance irrégulière de couches sableuses et argileuses, et parfois de minces lits graveleux ou de minces lentilles de gravier. Les lits graveleux se rencontrent surtout dans les couches lacustres dérivant de l'érosion par la vague et déposées sous des eaux peu profondes près des grèves. Les lits graveleux sont ordinairement plus sableux vers leurs bases, près du contact avec les sédiments sousjacents, et sont souvent ridés, mais on n'a observé aucune stratification transversale. Les lamelles du sable varient en épaisseur d'une fraction d'un pouce à plusieurs pouces. Les lamelles d'argile sont d'une épaisseur plus uniforme, d'un quart de pouce environ. Dans quelques parties des dépôts de delta, les lamelles sont d'occurence plus régulière et consistent en couches de limons sableux alternant avec des couches d'argiles sableuses. Les lits graveleux sont généralement fort minces; ils consistent en sable et en gravier, et se développent souvent en continuité sur quelque distance. Dans d'autres cas, des lits de gravier de 2 à 3 pouces d'épaisseur n'offrent aucun développement latéral de grande étendue. Les lits de gravier se présentent à des intervalles fréquents dans toute la profondeur de quelques-unes des coupes. Dans

d'autres coupes des dépôts, qui sont apparemment des dépôts sub-aqueux de delta, il n'existe pas de gravier. Les lits sont généralement gris jaunâtre, mais il en est de gris bleuâtre, dans quelques parties des dépôts de delta. Il sont le plus souvent calcarifères, sauf à leur partie supérieure, où la lixiviation a été énergique. Les matériaux, dérivés principalement de l'érosion des rivages par la vague, ont une teinte jaune plus marquée et sont plus lixiviés que les argiles fluvio-lacustres. Dans quelques coupes, la couleur jaune persiste en descendant jusqu'à la profondeur de 12 à 14 pieds. Dans la partie supérieure de la coupe, l'altération récente par l'influence atmosphérique et la lixiviation ont donné aux lits d'argile une couleur brun rougeâtre par endroits. Une forte proportion des matériaux est dérivée de l'érosion du till calcarifère et des argiles glacio-lacustres qui ont été en partie altérées, ce qui expliquerait l'apparence qu'offrent quelque peu les argiles limoneuses d'avoir été soumises à la lixiviation. Une analyse mécanique d'un échantillon moyen de l'argile fluvio-lacustre a donné la composition suivante:—

Description	Gravier fin. 2—1 mm.	Sable grossier. 1—0·5	Sable de grain moyen. 0·5—0·25 mm.	Sable fin. 0·25—0·1 mm.	Sable très fin. 0·1—0·05 mm.	Limon 0·05—0·005 mm.	Argile. 0·005 mm.
	0·9	2·3	3·9	7·9	18·2	46·6	20·2

À certains endroits, la partie supérieure du delta et des dépôts en eau peu profonde consiste en un sable fin dont l'épaisseur varie de quelques pouces à 2 ou 3 pieds. Un échantillon moyen de ces matériaux a indiqué un contenu de 87 pour cent de sable fin et très fin, composé de quartz principalement, mais avec une proportion considérable de feldspath et d'autres minéraux. La plupart des particules sont anguleuses; mais quelques-uns des grains de quartz sont arrondis.

Le caractère particulier des dépôts lacustres et fluvio-lacustres, simulant dans une mesure les dépôts fluviaux, provient de ce que la sédimentation s'est partiellement effectuée durant la période d'exhaussement de l'eau. La présence de minces lits de gravier est due à l'action de la vague qui a aplani les cordons littoraux, à mesure que les eaux s'élevaient, et en a répandu le gravier en une mince couche sur les hauts fonds près du rivage. Le grossissement des eaux explique aussi la présence de lits marqués de rides que l'on rencontre plus bas que les lits d'argile, dans plusieurs des coupes. La sédimentation des dépôts s'est opérée partiellement durant les périodes de gonflement des eaux et partiellement durant les périodes de leur épuisement.

Les dépôts lacustres et fluvio-lacustres occupent dans le district une étendue superficielle de 120 milles carrés au moins, ou environ un sixième de la superficie totale, et se trouvent sous-jacents à une grande partie des dépôts de boue végétale et de tourbe qui forment près d'un tiers de cette superficie. De nombreuses coupes, le long de la rivière à la Pluie et de ses tributaires, exposent les argiles à découvert. En aval précisément de la digue de Fort Frances, une coupe permet d'observer une épaisseur de 12 pieds d'argiles limoneuses et graveleuses d'un gris jaunâtre, qui forment une partie du remplissage de la vallée (planche IX). L'épaisseur totale des argiles est ici d'au moins 25 pieds. Elles comblent partiellement une vallée de cours d'eau qui a été érodée antérieurement à leur sédimentation. On a observé, à découvert, une épaisseur de 10 pieds d'argiles fluvio-lacustres libres de graviers ou de cailloux, dans une briqueterie sur le talus de la rivière, à 1 mille ½ en aval de Fort Frances. Ce dépôt forme aussi une partie de vallée de remplissage, dont la plus grande partie a été érodée par le cours d'eau actuel. À une courte distance de la rivière, le till calcarifère paraît à la surface. De nombreuses coupes se présentent aussi le long du cours inférieur de la rivière à la Pluie, mais n'offrent généralement que de minces lits d'argiles à découvert. On voit un delta fort développé et un dépôt effectué en eau peu profonde dans la partie nord-ouest du district. Ce dépôt a été recoupé en forme de tranchée par la Little Grey et ses tributaires, et une partie de ses matériaux a été enlevée pour former un delta sub-aqueux, à bas niveau, dans le lac des Bois. La surface du vieux delta se développe graduellement en pente à partir d'une hauteur de 2 à 3 pieds au-dessus de l'eau du lac, jusqu'à 30 pieds plus haut, à une distance de 4 ou 5 milles à l'intérieur. La première grève accentuée, qui marque la limite de l'eau à l'époque où la plus forte proportion des matériaux du delta a été déposée, se trouve à près de 65 pieds au-dessus du lac. Le maximum d'épaisseur des dépôts du delta est inconnu, mais ils sont, par endroits, épais d'au moins 30 pieds. Une forte proportion des matériaux a été apparemment déposée dans une eau variant en profondeur de 30 à 60 pieds. Une partie des argiles et sables dérivés de l'érosion des rives par la vague a été déposée dans une eau moins profonde encore. Un facteur important de la sédimentation des argiles en eau peu profonde est le bicarbonate de chaux en solution, car il tend à désagréger l'argile qu'il forme en granules plus grosses qui se déposent rapidement. On a remarqué que les eaux du lac des Bois reprennent leur limpidité peu d'heures après la cessation d'une tempête. Une grande partie des matériaux en suspension est calcarifère. La grande quantité de ces matériaux en suspension durant une tempête hâte aussi la sédimentation, les matériaux plus grossiers entraînant avec eux les plus fins. Cela explique pourquoi les argiles dérivées de l'érosion par la vague ont été déposées

sous une eau comparativement peu profonde, car les matériaux érodés étaient plus grossiers et très abondants. On n'a pas observé d'indices de sédimentation subaérienne des matériaux de delta.

Fossiles. Les coquilles fossiles d'eau douce existent en grand nombre dans quelques parties des dépôts lacustres et fluvio-lacustres et dans les dépôts littoraux du lac Agassiz, dans le district de Rainy River. On a aussi observé des coquilles fossiles dans les dépôts du lac Agassiz, en d'autres endroits du bassin. Upham a remarqué (14 p. 237) que des coquilles fossiles avaient été trouvées dans les dépôts du lac Agassiz en deux localités: dans la grève Campbell, à environ 6 milles au sud-ouest de Campbell, Minnesota, à une altitude approximative de 985 pieds au-dessus de la mer, et dans la grève Gladstone, à un demi-mille de Gladstone, Manitoba, à environ 875 pieds au-dessus de la mer et 165 pieds au-dessus du lac Winnipeg. On a également remarqué des coquilles fossiles en maints endroits, dans les dépôts considérés par Upham comme étant des sédiments fluviaux postérieurs au lac Agassiz (14, pages 201 et 253).

Lawson a trouvé des coquilles, dans le district Rainy River, dans un cordon littoral de gravier au premier rapide de la rivière Pine, de même que dans les couches observées sur la Rainy, au confluent de la rivière Pine et à divers points plus bas, particulièrement dans les sables et argiles stratifiés de l'embouchure de la rivière Baudette (11, page 172 E). A.-P. Coleman a trouvé à son tour des coquilles d'eau douce dans les argiles du lac Agassiz, près de Fort Frances (24, page 147.)

L'auteur a trouvé de ces coquilles dans le district de Rainy River en cinq localités différentes, dans les cordons littoraux de sable et de gravier du lac Agassiz et en de nombreux endroits dans les dépôts lacustres et fluvio-lacustres du lac. On les rencontre en abondance dans les argiles stratifiées sableuses et graveleuses exposées à découvert dans une coupe du talus de la rivière, à Fort Frances (planche IX). Elles sont plus particulièrement abondantes dans les minces lits et les lentilles sableuses et graveleuses de cette coupe. On observe de temps à autre un grand unione dans les argiles qui paraissent à découvert dans la carrière d'argile située sur le talus de la rivière à 1 mille ½ en aval de Fort Frances. Les argiles fluvio-lacustres des coupes qui s'offrent le long de la Rainy, en aval de la ville de Rainy River, contiennent de nombreuses coquilles dans leur partie inférieure. Ces coquilles existent en plus grande abondance dans les couches sableuses, quoiqu'elles soient aussi dispersées à travers les argiles. On a fréquemment remarqué une rangée d'uniones dans le lit sableux de la base des argiles et le long du contact avec le till calcarifère ou les argiles glacio-lacustres sous-jacents. Les uniones sont presque toujours en mauvais état de conservation et tombent en pièces quand on les enlève de la pâte, par suite

de leur nature aragonitique qui les rend plus susceptibles de lixiviation. Des coupes dans les sables et les argiles fossilifères sont bien exposées le long du talus de la rivière, à un mille en aval du pont du chemin de fer de la ville Rainy River. Dans la partie supérieure du dépôt fluvio-lacustre, ou dans cette portion qui, apparemment, en a été déposée durant les phases d'épuisement du lac Agassiz, aucune coquille fossile n'a été trouvée.

On rencontre encore des coquilles fossiles dans quelques-uns des cordons littoraux et non dans d'autres. Une puissante grève près de la rive nord de la Rainy, en un endroit situé à 8 milles environ en aval de Fort Frances, contient un grand nombre de coquilles. Il existe dans la grève une coupe de 12 pieds de sable et gravier, d'une stratification parfois entrecroisée, et contenant des coquilles près de sa base et dans différentes couches jusqu'à 1 pied ½ de la surface du sol (planche X). L'altitude de la crête du cordon littoral est de 1149 pieds au-dessus du niveau de la mer, ou de 40 pieds au-dessus du niveau de Rainy Lake, et de 88 pieds au-dessus du lac des Bois. On a relevé également des coquilles fossiles dans le sable et le gravier de grève, dans la section 3 du township Crozier, à une altitude de 1141 pieds; près de l'angle sud-ouest du township Aylesworth, à une altitude de 1118 pieds, et dans la section 33 du township Dilke. Dans quelques cas, les grèves qui ont été formées, apparemment durant des haltes de la période de l'eau montante, ont été partiellement effacées à mesure que l'eau s'élevait et les sables et les graviers de grève ont été répandus latéralement. Dans quelques cas également le sable et le gravier de grève se montrent sous-jacents à une argile d'un pied ou à peu près en épaisseur. On n'a pas déterminé si les coquilles fossiles sont confinées à un groupe de grèves plus ancien ou plus récent. Dans un cas, cependant, on a trouvé des coquilles dans une pointe qui, apparemment, a été formée durant la phase de l'eau montante.

Dépôts littoraux.

Les dépôts littoraux du lac Agassiz pro-glaciaire, dans le district, consistent en sable et en gravier de grève généralement disposés en forme de cordons aux crêtes uniformes, longs et comparativement étroits. Les matières qui composent les cordons littoraux, barres, pointes, etc., contiennent une grande quantité de gravier de calcaire dérivé du till calcarifère. Dans certains cas, le sable quartzeux et feldspathique domine en quantité sur les autres matériaux. Les cordons littoraux varient en hauteur de 2 à 15 pieds, et de 50 à 500 pieds en largeur, ou même plus, là où les eaux montantes ont permis aux vagues de raser une partie du dépôt et de le disperser sur les hauts fonds. Dans de telles circonstances, cependant, le dépôt s'est partiellement formé sous

l'eau. La stratification des matériaux composant les grèves est en général en concordance avec le contour de surface du cordon littoral. Quelquefois les lits sont diagonaux et entrecroisés; la plus grande épaisseur constatée était de 21 pieds; l'épaisseur moyenne est de beaucoup moins considérable. La plus grande épaisseur se rencontre là où les pointes ont été édifiées dans une eau comparativement profonde, ou là où la sédimentation s'est continuée durant la période d'exhaussement des eaux.

Les grèves s'offrent à des intervalles verticaux irréguliers. Quelques-uns de ces intervalles sont grands et il y a comparativement peu d'indications de l'action de la vague dans les intervalles entre les grèves. Par suite du faible relief de la région, les cordons de sable et gravier sont les traits dominants des lignes des rivages, et les falaises des rivages sont peu développées, ou il n'en existe pas. Une forte proportion des matières qui composent les grèves dérive de l'érosion par la vague des hauts fonds, mais les terrasses jonchées de cailloux ne paraissent pas en évidence, parce qu'une grande partie du till érodé contient peu de cailloux comparativement. La corrélation entre les grèves de la région est difficile à saisir, à raison du boisement d'une grande étendue de la surface et de la difficulté par suite d'en faire un relevé continu. Il existe aussi cette difficulté que les grèves fortement accusées, les pointes, etc., ont été élaborées durant la phase de l'exhaussement des eaux et ont été tantôt préservées et tantôt en grande partie oblitérées. Il y a cependant, dans la région, une ligne de grèves bien marquée que l'on reconnaît à première vue.

Dans la partie sud-ouest du district, près du lac des Bois, il existe une grève faiblement dessinée, à une hauteur de 30 pieds au-dessus du lac, et une terrasse correspondante s'étend sur quelque distance, en remontant la Rainy. La première grève se trouve à 56 pieds au-dessus du lac. Elle offre la ligne de rivage la mieux marquée de la région et c'est probablement la puissante grève de Campbell, dont parle Upham comme étant l'une des mieux développées du lac Agassiz (14). Elle est bien développée dans le township Curran, au nord de la ville de Rainy River, dans la partie adjacente de la Réserve des terres sauvages et dans le township Spohn. On la voit aussi d'une étendue considérable, à 1 mille ½ à l'est de Sleemans, dans le township Worthington et, vers le nord, dans les township Blue, Pratt et Sutherland. Elle se prolonge sur quelque distance en remontant la vallée de la Rainy et se développe près de Pinewood et aussi à Barwick. La présence des grèves à aussi grande distance en remontant la vallée et dans les étranglements de cette vallée, montre que la vallée a été creusée en partie avant que le lac n'ait pris naissance.

Près de la ville de Rainy River, cette grève puissante que l'on désigne sous le nom de grève Campbell, a une altitude de 1117 pieds. On rencontre une grève moins accentuée ou des barres non loin de la rive, près du même endroit, à une altitude de 1,110 pieds. À onze milles au nord de cette localité, dans le township Spohn, on a constaté que la grève a une altitude de 1125 pieds (barométrique). À Gameland, dans le township Pratt, à 10 milles au nord-est, son altitude est de 1125 (barométrique), et dans le lot 3, concession 1, du township Marson, à 24 milles au nord-est, on a enregistré une altitude de 1140 pieds (barométrique). Des grèves se présentent aussi dans cette dernière localité à 1130 et 1135 pieds (au baromètre), mais on n'en a pas vu à des niveaux inférieurs, à aller jusqu'à celui du lac des Bois. L'accentuation de cette grève est quelquefois remarquable. Dans la Réserve des terres sauvages, au nord de la ville de Rainy River, la levée des sables et graviers est par endroits d'une largeur de 1500 pieds et d'un maximum d'épaisseur d'au moins 15 pieds. La grève semble marquer une longue ligne continue du littoral du lac Agassiz, durant la phase de l'exhaussement et durant celle de l'épuisement de ce lac, car elle a été partiellement rasée et dispersée au loin et, plus tard, des cordons littoraux transversaux ont été édifiés ici et là sur la surface, par l'action de la vague. D'après les données receuillies dans le district, données peu satisfaisantes, la direction du plus grand soulèvement en bascule, tel que le font voir les altitudes de la grève Campbell en différents endroits, est nord 35 degrés est, et se présente en raison d'environ un pied au mille. Il existe, dans le district, des grèves plus élevées jusqu'à des altitudes de 1200 pieds au moins, mas elles ne sont pas à beaucoup près aussi bien développées, et, à ces plus hautes élévations, la plus grande partie de la superficie était immergée. Dans la partie nord-est de la région, qui est la plus élevée, à des altitudes variant de 1225 à 1275 pieds, on n'a relevé que de faibles indices de l'action de la vague, même dans les étendues recouvertes par le drift, où les conditions étaient favorables à la production et à la préservation des marques indicatrices des lignes de rivages. Dans la région rocheuse encore plus élevée, au nord-est, autant qu'on a pu l'observer, il paraît aussi y avoir absence de berges, mais la penurie générale du drift propre aux superficies de roches n'y a pas constitué des conditions très favorables aux relevés des lignes de rivage. On rencontre dans le Minnesota septentrional des berges à des altitudes de beaucoup plus de 1200 pieds (19). Leur absence apparente de la partie nord-est du district de Rainy River suggère soit que la région au nord était fermée par la glace, durant les phases des plus hautes eaux du lac Agassiz, soit que quelques-unes des plus hautes lignes de rivage, que l'on rapporte au lac Agassiz, appartiennent au lac pro-glaciaire primitif associé avec le lobe glaciaire keewatinien qui a apporté le till calcarifère.

Nous donnons ci-après une liste des altitudes (au-dessus du niveau moyen de la mer) des crêtes des cordons littoraux, pointes, etc., du lac Agassiz et des localités où ils se présentent. Les altitudes ont été déterminées au moyen du nivellement, et les niveaux ont été basés sur les niveaux précis enregistrés et les repères établis par le Service géologique des États-Unis et la Commission géodésique canadienne dans la région (20 et 21). Dans cette liste, les trois premières altitudes se rapportent à la grève fortement accusée que l'on désigne sous le nom de grève Campbell.

		Pieds
(1.)	Près du côté droit de la section 3 du township Curran.	
	Crête d'une forte pointe de sable et gravier	1,117
	Barres plus faibles à un mille au sud	1·110
(2.)	Près du centre de la section 28 du township Worthington.	
	Crête d'une forte pointe de sable et gravier	1,116
	Crête d'une faible barre	1,109
(3.)	À l'angle sud-ouest de la section 36 du township de Barwick.	
	Crête d'un gros cordon littoral	1,113
	Crête d'une faible barre	1·105
(4.)	Dans la section 21, township Aylesworth, près du chemin de hâlage.	
	Crête d'un cordon littoral	1·119
(5.)	À l'angle de la section 36 du township Barwick.	
	Crête d'un cordon littoral	1,126
(6.)	Dans la section 33 du township Dilke.	
	Crête d'une barre de gravier	1,133
(7.)	Près de la Rainy, en aval de Fort Frances.	
	Crête d'une pointe de sable et gravier	1,131
(8.)	Dans la section 31 du township Lash.	
	Crête d'une barre de sable et gravier	1,133
(9.)	Dans la section 29 du township Lash.	
	Crête d'une barre de sable et gravier	1,140
(10.)	Dans la section 36 du township Lash.	
	Crête d'une pointe de sable et gravier	1,141
(11.)	Près du côté est de la section 1 du township Shenstone.	
	Crête d'un cordon littoral	1,136
(12.)	Coté est de la section 3 du township Crozier.	
	Crête d'une pointe de sable et gravier	1,145
(13.)	Près de la rivière à la Pluie, à 8 milles en aval de Fort Frances.	
	Crête d'une pointe de sable et gravier	1,149
(14.)	Dans la section 22 du township Morley.	
	Crête d'une barre de sable et gravier	1,177
(15.)	Dans la section 28 du township Devlin.	
	Crête d'une barre de sable et gravier	1,200

SÉRIE RÉCENTE.

ALLUVION.

L'alluvion se compose de récents dépôts de sable, de limon et d'argile de plaine immergée qui bordent quelques parties des cours d'eau du district. La Rainy offre peu de plaines immergées, parce que ses berges immédiates sont assez hautes pour contenir les eaux des crues. Quelques-uns des cours d'eau tributaires, dans leurs cours supérieurs, débordent en temps de crue et déposent du sable, du limon et de l'argile, cons-

truisant ainsi à certains endroits des levées naturelles qui contribuent à rendre les terrains marécageux, en faisant obstacle au libre écoulement des eaux. Cette situation existe là où les cours d'eau n'ont pas creusé leurs chenaux, par suite de la présence d'un barrage de roches dans leur lit ou là où la pente de la surface est faible. L'alluvion n'a généralement qu'une épaisseur de 1 à 3 pieds et s'étend en une lisière étroite, excédant rarement un quart de mille en largeur, le long des cours d'eau. Les matériaux sont quelque peu plus sableux près de la berge du cours d'eau et plus argileux plus loin.

SABLE DE DUNE ET SABLE DE GRÈVE.

Les dépôts des sables chassés par le vent se montrent près de l'embouchure de la Rainy, sur des séries des barres créées par la vague ou les courants, qui se développent dans une direction nord-est, sur une distance de près de 12 milles. Les matières consistent principalement en un sable quartzeux et feldspathique grossier qui a été lavé par les eaux, séché sur la grève et soufflé sur les barres pour former des dunes. Les dunes s'élèvent parfois à une hauteur de 30 pieds au-dessus du lac. Elles étaient autrefois de plus grande étendue qu'aujourd'hui et elles ont été en partie couvertes par une maigre végétation. À une époque non éloignée, elles ont été partiellement détruites et une grande partie du sable a été chassé et déposé dans la lagune derrière les barres. Les vagues se sont également frayé un chemin dans le flanc des barres faisant face au lac, anéantissant ainsi la végétation protectrice et exposant le sable dégagé à l'action du vent. Une forte proportion des matériaux ont aussi été transportés vers le nord-est par les courants que la vague occasionne le long du rivage et on voit les barres se prolonger constamment dans cette direction.

BOUE VÉGÉTALE ET TOURBE.

Sur près d'un tiers de toute son étendue la superficie est mal égouttée ou dans un état marécageux, et une forte proportion de la surface est couverte par des dépôts de boue végétale et de tourbe, dont l'épaisseur varie de 1 à 20 pieds et peut-être plus quelquefois. L'épaisseur moyenne, cependant, n'est pas probablement de plus de 3 pieds. La tourbe domine et se compose presque entièrement de matières organiques dans un état de décomposition partielle et la nature fibreuse et l'origine végétale de ses matériaux sont très visibles. La tourbe a été formée par l'accumulation des débris de plantes diverses, le sphaigne paraissant plus spécialement en abondance en certains endroits; elle doit son origine à l'insuffisance du drainage de la surface et à l'humidité qui retardent la décomposition des matières végétales et favorisent la conservation du

plusieurs générations de plantes successivement enfouies. La boue végétale contient une plus forte proportion de matières minérales que la tourbe, et sa décomposition, déterminée par un meilleur drainage et une aération plus parfaite, a atteint une phase plus avancée, de sorte que la structure fibreuse en est en grande partie disparue. Les matières minérales ont été introduites pour une large part par les eaux des crues qui les ont déposées sur leurs plaines immergées ou leurs basses terrasses sujettes à l'inondation.

CHAPITRE VI.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE.

PÉRIODE QUATERNAIRE.

ÉPOQUE PLÉISTOCÈNE.

La période tertiaire qui a immédiatement précédé la quaternaire était surtout caractérisée par des climats chauds ou tempérés dans l'univers entier. À la fin de cette période, la chaleur des climats tempérés a fait place au froid arctique. De grandes nappes glaciaires ou des glaciers continentaux partant de différents centres qu'ils occupaient au Canada, se dispersèrent au loin en s'orientant vers le sud. L'un de ces centres de formation des glaciers était situé à l'ouest de la baie d'Hudson et a été appelé centre d'action glaciaire keewatinien, et la nappe glaciaire qui s'en est détachée, glacier keewatinien. Un autre glacier avait son centre dans le Labrador et a été appelé glacier labradoréen. Durant l'époque du pléistocène ou l'âge de la glace, les différents mouvements de progression des nappes glaciaires partant de ces deux centres se sont effectués à des époques différentes. Il y a eu aussi des intervalles de déclin de l'action glaciaire durant lesquels la glace s'est retirée d'une grande partie des régions qu'elle avait couvertes ou y a fondu. On ignore si les nappes glaciaires ont entièrement disparu des continents par la fusion, durant aucun de ces intervalles de déclin, mais on ne doute pas que quelques-uns de ces intervalles de déclin aient été de longue durée. On ne doute pas non plus que la durée de l'âge de la glace, dans son ensemble, ait été beaucoup plus longue que le temps qui s'est écoulé depuis la disparition des glaciers.

Succession des événements.

Il existe, dans le district de Rainy River, des preuves d'au moins trois invasions de la glace, dont deux partant du centre keewatinien de l'action glaciaire et une au moins du centre labradoréen. Ceci est démontré par l'allure des stries glaciaires burinées dans la roche massive, sur laquelle le glacier a glissé et par la nature des matériaux qu'il a transportés. D'après les observations enregistrées dans le district, on a conclu que les événements dont nous donnons ici la série en commençant par le plus ancien, sont survenus:

(1.) Une invasion de la glace venant du centre keewatinien, qui a apporté dans le district le drift calcarifère. On n'a pas trouvé de stries se rapportant d'une manière définie à cette invasion de la glace,

mais on a observé que le drift calcarifère ancien, en un endroit, près du centre du township Carpenter, était sous-jacent au drift dérivant du nord-est.

(2.) Une invasion de nappe glaciaire venant du nord-est ou du centre labradoréen. Cela est établi par l'allure des stries et par le till qui ne contient pas de calcaire. Des dépôts fluvio-glaciaires considérables de sable et de gravier associés avec cette nappe glaciaire ont été formés par les cours d'eau provenant de sa fusion.

(3.) Une seconde invasion de la glace du centre keewatinien qui a apporté le drift calcarifère ancien dans le district. Cela est établi par l'allure des stries, sur la roche solide sous-jacente au till calcarifère, et par le fait que le till contient de nombreux fragments de calcaire et d'autres roches en place du Manitoba que le glacier a traversées. Un lac pro-glaciaire (lac Agassiz primitif) dans lequel le glacier s'est avancé a été formé au sud par ce même glacier. Des dépôts glacio-lacustres ont été faits dans ce lac; ils avaient été formés partie en avant de la glace qui les a plus tard chevauchés, et partie à mesure que la glace a retraité vers le nord ou qu'elle a fondu.

(4.) Le lac pro-glaciaire, désigné sous le nom de lac Agassiz primitif, dans lequel les argiles glacio-lacustres ont été déposées, a été en partie sinon pour le tout, épuisé par la retraite du glacier keewatinien qui a dégagé les issues du drainage au nord, et un intervalle a suivi pendant lequel l'altération par l'influence atmosphérique s'est effectuée, les vallées des cours d'eau ont été érodées et la végétation a dans une certaine mesure pris pied.

(5.) Une dernière invasion, ainsi que l'a démontré Tyrrell (16), d'un lobe du glacier labradoréen, dans la région située au nord du district de la rivière à la Pluie, s'est rencontrée avec une nouvelle progression du glacier keewatinien, ce qui a eu pour effet de barrer le drainage au nord, et le lac Agassiz pro-glaciaire a pris naissance. Des grèves ont été formées durant les phases de l'exhaussement du lac et de nouveau durant la phase de son épuisement. Quelques grèves fortement accusées ont été édifiées alors que le niveau de l'eau est demeuré presque stationnaire, durant quelque temps correspondant au fonctionnement de certains débouchés. En outre, les eaux ont grossi rapidement à mesure que les débouchés au nord étaient barrés ou elles ont plus tard rapidement diminué à mesure que les débouchés inférieurs étaient dégagés par le recul de la glace, déterminant ainsi de notables intervalles entre les grèves. Durant la retraite finale des nappes glaciaires, une élévation irrégulière de la région a eu lieu, de sorte que les lignes de rivage du lac Agassiz, au lieu d'être horizontales comme lors de leur formation ou à peu de chose près, sont maintenant inclinées, le maximum de soulèvement en bascule de l'écorce s'orientant dans une direction appro-

ximativement nord 35 degrés est. Le fait que, dans la portion septentrionale du bassin, les grèves se séparent en séries et que, sur le lac, les grèves les plus basses se montrent presque horizontales, indique, comme le signale Upham (14), que le soulèvement en bascule s'est accompli, pour une grande part, durant l'existence de ce lac.

On commente, dans la section suivante, les témoins établissant la succession des événements relatés dans ces deux derniers paragraphes.

Génèse du lac Agassiz pro-glaciaire.

Upham a constaté, par ses observations dans le bassin du lac Agassiz, que ce lac a eu, pendant une longue période, son débouché au sud, par la voie du lac Traverse, jusqu'au Mississipi, que non moins de dix-sept lignes de rivages, dans la partie méridionale du même bassin, sont contemporaines de ce débouché méridional et que, durant les dernières phases, alors que le débordement s'effectuait au nord, quatorze autres lignes de rivage ont été formées (14). Il a cru que le lac a d'abord occupé une aire comparativement petite dans la partie méridionale de la région et a grossi aussi vite que la nappe glaciaire s'est évanouie, jusqu'à ce que, parvenu à son maximum d'extension, il ait couvert une très grande superficie (14).

Tyrrell, dans un mémoire publié par le Journal of Geology, en 1896, énonce qu'il a trouvé, dans la région située au nord et à l'est du lac Winnipeg, des preuves établissant que le lobe du glacier keewatinien, qui s'était avancé à grande distance au sud de la vallée de la Red River, avait considérablement retraité vers sa source, avant de se joindre à un lobe de glace qui s'avançait venant du nord-est et que l'union des deux avait causé une accumulation des eaux qui ont produit le lac Agassiz. Les eaux se seraient alors élevées jusqu'à ce qu'elles aient débordé vers le sud dans la vallée du Mississipi et auraient plus tard décliné graduellement. Des observations plus récentes de Tyrrell dans la région située au sud de la baie d'Hudson, près des eaux supérieures des rivières Albany et Dever, ont confirmé ces conclusions. Dans un autre mémoire récent (16), Tyrrell a établi que la dernière invasion de la glace, dans cette région, a été celle d'un lobe du glacier labradoréen venant du nord-est. Le front de ce lobe se trouvait à proximité de la région de Hayes River, où il s'est joint au glacier keewatinien venant du nord-ouest, effectuant un nouveau mouvement de progression. Le lobe du glacier labradoréen a formé une grande moraine sur les hautes terres, près de la source de la rivière Devern, mais il est quelque peu incertain, suivant Tyrrell, que le glacier se soit étendu au sud de cette grande moraine.

Les indices relevés par l'auteur, dans le district de Rainy River, confirment la conclusion que le lac Agassiz a d'abord eu une phase d'exhaussement, déterminée par le barrage de l'égouttement au nord, et que,

plus tard, les eaux ont baissé, à mesure que les débouchés au nord ont été dégagés par la retraite de la glace. Le lac n'était pas directement associé avec les nappes glaciaires qui ont déposé le till dans la région et, durant toute la plus grande partie de son existence, le bord de la glace s'est trouvé à grande distance au nord, tandis que le lac lui-même était comparativement libre de glace.

La preuve est surtout basée sur le fait que les sédiments du district de Rainy River, qui ont été déposés dans le lac Agassiz, reposent par discordance sur le till calcarifère et les argiles glacio-lacustres sous-jacents, c'est-à-dire qu'ils représentent une période d'érosion intervenue après la sédimentation du till et des argiles glacio-lacustres, qui lui sont associés, et avant que les sédiments lacustres aient été déposées.

Cette situation est bien apparente dans les nombreuses coupes à découvert le long de la Rainy et autour des rives de la partie méridionale du lac des Bois. La planche XI reproduit le caractère de l'une de ces coupes qui a été ainsi exposée par l'érosion marine, sur le rivage actuel du bord méridional du lac des Bois. À la base paraît à découvert une faible épaisseur de till calcarifère, auquel se substituent en remontant des argiles glacio-lacustres pierreuses et laminées, que recouvrent par discordance des argiles fluvio-lacustres du lac Agassiz, contenant des coquilles d'eau douce. Le contact est une plaine d'érosion marine. La plaine ne constitue pas par elle-même la preuve d'une discordance, mais la nature des sédiments au-dessus de cette ligne montre que l'eau a dû s'élever à une hauteur considérable. On peut retrouver cette ancienne plaine d'érosion marine, qui établit l'existence dans le bassin du lac des Bois d'un lac antérieur au lac Agassiz, sur une distance de plusieurs milles, dans les coupes situées autour des rivages du lac et, dans la portion méridionale du lac, à l'est du promontoire Long, elle est pour ainsi dire continue sur une distance de plusieurs milles également. On rencontre aussi, à maints endroits, des cordons littoraux de gravier qui se sont formés en même temps. L'un d'eux est bien exposé dans une coupe du promontoire Buffalo, dans la portion sud-ouest du lac. Ce lac antérieur, dont cette ancienne ligne de rivage forme un témoin fossile, avait un niveau, ainsi que l'indiquent les anciennes grèves de la portion méridionale du bassin du lac des Bois, d'environ 4 pieds au-dessus du niveau actuel du lac des Bois, et peut représenter soit un lac qui aura été retenu dans le bassin, après la retraite du glacier keewatinien, soit un des premiers étages des eaux du lac Agassiz. On n'a trouvé aucun vestige [illegible] dans la portion septentrionale du bassin du lac des Bois, de sorte que la relation de son plan de niveau avec celui du lac actuel est inconnue. Dans la portion méridionale du bassin, l'ancien plan de niveau est pratiquement parallèle à celui d'aujourd'hui, dans une direction est et ouest.

De nombreuses coupes exposées dans le district indiquent aussi qu'une altération considérable et qu'une certaine somme de lixiviation se sont effectuées avant le dépôt des sédiments du lac Agassiz. Ces phénomènes sont particulièrement bien indiqués dans les coupes du long de la Rainy, en divers endroits de un à trois milles en aval du pont du chemin de fer, près de la ville de Rainy River. Dans quelques-unes de ces coupes, le till calcarifère qui est recouvert en discordance d'une épaisseur de 6 à 10 pieds d'argile du lac Agassiz, est altéré jusqu'à une profondeur de 6 pieds et offre une couleur jaune rouille, tandis que le till non altéré est d'un gris bleuâtre. Dans plusieurs des coupes aussi il a paru manifeste que cette altération ou oxydation a eu lieu avant le dépôt des sédiments susjacents et ne peut être attribuée à une altération récente. Le till altéré comme celui qui ne l'a pas été, contient des galets et cailloux du calcaire de magnésium couleur crême, qui caractérisent une forte proportion du till. Dans la portion altérée, la lixiviation a enlevé une partie des matériaux solubles plus fins. On a constaté qu'un échantillon de till non altéré subit une perte de 27·3 pour cent, lorsqu'on le traite avec l'acide chlorhydrique froid dilué. Un échantillon de till altéré, recueilli à une profondeur de 4 à 5 pieds en-dessous de la surface du till, et de 8 à 10 pieds en dessous de la surface du sol, a perdu, au traitement, 19·0 pour cent, de sorte qu'il n'a pas apparemment beaucoup subi de lixiviation. Le till est cependant d'un caractère argileux, très compact, et par suite, presque imperméable lorsqu'il n'est pas altéré. On a aussi remarqué, à certains endroits, que la couleur jaune du till altéré persiste en descendant, jusqu'à un pied au moins du niveau actuel des eaux d'infiltration. Dans plusieurs coupes on a constaté que, jusqu'à une profondeur de 1 à 2 pieds en dessous du contact avec les argiles lacustres susjacentes, les concrétions calcarifères, de fréquente occurrence dans la portion supérieure des argiles lacustres, étaient presque entièrement dissoutes, n'ayant laissé que des taches là où elles reposaient; les argiles sont d'une épaisseur suffisante pour avoir empêché efficacement une lixiviation récente. Il paraît évident, d'après le caractère uniforme de la situation que l'on vient d'exposer, que l'altération et la lixiviation du till et des argiles laminées ont eu lieu, dans une certaine mesure, in situ, et avant le dépôt des sédiments lacustres susjacents. La lixiviation du lac Agassiz secondaire n'a exercé son effet que jusqu'à une faible profondeur. On rencontre des coquilles fragiles dans des cordons de sables et graviers sans consistance, à certains endroits, en deçà d'un pied de la surface du sol et là où les conditions de l'égouttement sont favorables. On a vérifié qu'un échantillon de till calcarifère recueilli à une profondeur d'un pied seulement de la surface contenait 26·5 pour cent de matières solubles.

Les vallées de cours d'eau ont aussi acquis quelque développement durant cet intervalle d'érosion. Près de Fort Frances, les argiles fossilifères du lac Agassiz remplissent une portion de la vallée de la Rainy, jusqu'à une profondeur de près de 25 pieds. Une coupe en travers de la vallée d'un petit creek qui se jette dans la Rainy, à 3 milles en aval de Fort Frances, montre, sur un côté de la vallée, un till calcarifère, et sur l'autre côté, des sédiments lacustres, remplissant partiellement cette vallée qui a été érodée à une profondeur d'au moins 20 pieds, antérieurement au dépôt des sédiments lacustres. La vallée récente se développait apparemment le long du contact du till et des sables et argiles moins compacts et plus perméables du lac. On a observé une relation semblable concernant plusieurs autres vallées.

Il existe aussi des preuves que, durant l'intervalle de l'érosion, la végétation avait, dans une certaine mesure, pris pied. La portion supérieure des argiles supportant des sédiments lacustres d'une épaisseur de plusieurs pieds est, par endroits, légèrement noircie. Dans une coupe exposée sur le côté droit du promontoire Buffalo du lac des Bois, on rencontre des bandes tourbeuses interstratifiées avec du sable (planche XII). Les bandes tourbeuses contiennent des fragments et des éclats de bois usés par les eaux partiellement carbonisés. On n'a pas cependant relevé d'indice de végétation forestière in situ dans les argiles, au-dessous de la discordance à la base des sédiments lacustres.

Il est peu de chose que l'on puisse inférer quant à la durée de l'intervalle d'érosion, mais il est évident que cet intervalle a eu lieu et qu'il n'a pas été de courte durée. Il est non moins évident que les eaux du lac Agassiz se sont élevées, dans le district, de soixante pieds au moins au-dessus du niveau du lac Des Bois, car c'est en discordance que, sur toute cette distance verticale de 60 pieds et probablement sur une beaucoup plus grande, les argiles du lac reposent sur les sédiments sous-jacents.

Une grande partie des argiles lacustres a été déposée alors que les eaux du lac Agassiz se maintenaient à la hauteur de la puissante ligne de rivage que l'on a désignée sous le nom de grève Campbell. Cette grève passe pas dessus la basse ligne de partage entre le lac des Bois et la vallée de la rivière Rouge (19), de sorte que les argiles n'auraient pas pu être déposées dans un lac qui eut été confiné au district, mais qu'elles l'ont été dans un lac couvrant non seulement la vallée de la rivière Rouge, mal encore les régions avoisinantes, et ce lac doit avoir été le dernier grand lac proglaciaire de la région, c'est-à-dire le lac Agassiz.

La phase d'exhaussement des eaux n'a pu être le résultat de l'inondation des rivages méridionaux du lac, par le soulèvement progressif de la portion septentrionale du bassin du lac, car le débouché se trouvait à l'extrémité sud. Le district de la rivière à la Pluie est situé à

150 milles au nord du débouché méridional, et les berges du district marquant les stages du lac, durant lesquels les argiles ont été déposées sont soulevées et elles sont continues sur une longue distance, vers le sud-ouest (19.) La phase d'exhaussement du lac a dès lors été le résultat du barrage des débouchés de l'égouttement au nord. On ignore si le lac s'est élevé jusqu'au niveau des plus hautes lignes de rivage qui paraissent dans la région au sud (19) et il est possible, comme on l'a déjà remarqué, que quelques-unes de ces lignes appartiennent au lac proglaciaire primitif que l'on désigne sous le nom de lac Agassiz primitif, dans lequel se sont déposées les argiles glacio-lacustres.

Ce lac (lac Agassiz primitif) a été, en partie du moins, asséché avant que le lac Agassiz n'entrât en existence, ainsi qu'il a été établi par la preuve acquise d'un intervalle d'érosion en terre ferme postérieur à la sédimentation des argiles glacio-lacustres. Il existe aussi cette hypothèse que le lac a été complètement épuisé. On trouve dans la vallée de la rivière Rouge des sédiments d'une épaisseur considérable, contenant dans leur portion inférieure des coquilles d'eau douce et des débris de végétation. Upham considère ces sédiments comme étant d'origine fluviale et s'exprime à leur sujet comme suit (14, page 253).

"Ainsi, la présence de coquilles, de joncs et de laîches, dans ces lits alluviaux, à McCauleyville, Minn., à 32 et 45 pieds au-dessus de la surface, ou environ 7 à 20 pieds plus bas que le niveau de la rivière Rouge, celle de feuilles de tuf, de nombreux fragments de bois en décomposition et d'une bille de bois d'un pied de diamètre à Glyndon, Minn., à de 13 à 35 pieds au-dessous de la surface, et de nombreux indices de végétation relevés ailleurs le long de la vallée de la Red River, dans ces lits, démontrent que le lac Agassiz a été épuisé et que la vallée était une surface de terre ferme sujette aux inondations de la rivière, à ses périodes de crue, lorsque ces débris ont été déposés."

Il est évident qu'il a existé une surface de terre ferme dans la vallée de la rivière Rouge, avant le dépôt de ces sédiments; mais il n'est nullement certain que ces sédiments soient entièrement d'origine fluviale et aient été déposés sur la plaine submergée, après la disparition du lac Agassiz, comme le décide Upham. Il est possible qu'ils soient principalement des sédiments lacustres qui auront été déposés dans le lac Agassiz, durant son stage d'exhaussement, ou plus tard durant le stage de son épuisement, et cette hypothèse parait être justifiée par le caractère des sédiments. Dawson, en décrivant la coupe en travers de la vallée de la rivière Rouge, près de la frontière internationale, a énoncé que cette vallée est tapissée d'un fin dépôt limoneux dont les couches supérieures peuvent avoir été en partie formées par le débordement de la rivière elle-même. Il a décrit le dépôt typique comme étant d'une grande épaisseur et consistant en une fine argile jaunâtre marneuse et

arénacée, comprenant une grande quantité de matières calcarifères et faisant facilement effervescence par l'effet d'un acide (9, pages 248-249). Le fort contenu en matériaux calcarifères et la grande épaisseur des argiles sembleraient démontrer qu'elles ne sont pas d'origine fluviale. On trouve aussi les coquilles et les produits de la végétation à la base des argiles. Il est au moins possible que ces argiles soient, pour la plus grande partie, d'origine lacustre et que la surface sousjacente existait comme surface de terre ferme partiellement couverte par la végétation, avant que le lac Agassiz marginal glaciaire ne fut formé.

Gauchissement de l'écorce terrestre.

On sait que les grèves du lac Agassiz ne sont pas aujourd'hui horizontales, mais s'élèvent inégalement en montrant une somme maxima de soulèvement en bascule dans une direction approximativement nord 35 degrés est. On sait aussi que le soulèvement de la portion septentrionale de la région qui a déformé les lignes de rivage a eu lieu surtout durant l'existence du lac Agassiz, car, ici, les grèves qui sont simples se ramifient et plusieurs des plus basses sont presque horizontales (14).

Plusieurs géologues croient que le soulèvement de l'écorce a été déterminé par le remaniement isostatique qui a suivi l'enlèvement du poids des nappes glaciaires. S'il en a été ainsi, il est évident que le soulèvement a longtemps tardé après le départ de la grande masse de glace, car, durant la plus grande partie de la durée du lac, les nappes glaciaires avaient retraité à grande distance vers le nord, et le soulèvement ne s'est pas produit avant que la glace eut commencé sa retraite finale de la région.

ÉPOQUE RÉCENTE.

L'époque récente ou post-glaciaire date de la disparition des nappes glaciaires de la portion septentrionale du continent, et du moment où la mer et la terre ferme ont à peu près atteint la phase actuelle de leur relation. Depuis la fusion des nappes glaciaires et l'assèchement du lac Agassiz, qui avait couvert pour ainsi dire le district tout entier de Rainy River, l'érosion des cours d'eau a développé les vallées et transporté une grande partie des matières érodées jusqu'à des niveaux inférieurs, en déposant la plus forte proportion dans le bassin du lac des Bois. Le long de certaines portions des cours d'eau, les dépôts se sont formés sur les basses terrasses de débordement de ces cours d'eau, mais ils sont d'un volume comparativement faible. La grande masse des matériaux érodés a reposé comme formant des dépôts subaqueux dans le lac des Bois. La végétation, d'un caractère surtout forestier, a revêtu la surface de la plus grande partie de la région et des dépôts composés de limon et de tourbe ont été formés dans les localités dépourvues d'égouttement naturel ou en possédant un d'un développement insuffisant.

CHAPITRE VII.

GÉOLOGIE APPLIQUÉE.

RESSOURCES HYDRAULIQUES.

Les ressources qu'offrent les eaux du district ont été dans une certaine mesure l'objet de l'étude du ministère des Travaux publics du Canada. Le Service géologique des États-Unis a aussi recueilli des données sur le volume des eaux du Minnesota. Ces données ont de la valeur au point de vue du développement de l'énergie motrice, de la navigation, du contrôle de l'écoulement des eaux et de l'industrie agricole. Le ministère des Travaux publics du Canada a aussi étudié la Rainy au point de vue de l'amélioration de la navigation. Les renseignements suivants sont extraits des mémoires Water Supply 285 et 339 du Service géologique des États-Unis et sont basées sur les renseignements receuillis au cours du travail du personnel sur le terrain, dans le district.

LACS ET RIVIÈRES.

Le Rainy Lake, qui est situé dans la partie méridionale du district, forme un bassin de réception pour les eaux d'égouttement d'une grande superficie à l'est. La hauteur de l'eau dans le lac est en grande partie soumise au contrôle de la digue de la Minnesota and Ontario Power Company, à Fort Frances et International Falls. La superficie du Rainy Lake est approximativement de 310 milles carrés, qui, avec une mesure uniforme de profondeur d'un peu plus de 8 pieds, pourvoit à l'accumulation d'environ 69 000 000 000 pieds cubes d'eau. Cette réserve est entièrement utilisée pour la production de l'énergie. L'élévation du lac est maintenue au plus haut point possible jusqu'au commencement de l'hiver et on puise alors à cette source, dès que le débit naturel de la rivière commence à décroître, sous l'influence d'une température basse (22, page 24). La Rainy reçoit les eaux d'une étendue d'à peu près 14 600 milles carrés, en amont de Fort Frances, et d'à peu près 20 800 milles carrés, à l'entrée du lac des Bois (23, page 76). On a constaté que le débit de cette rivière, en aval de la digue de Fort Frances, était de 11 400 pieds cubes par seconde le 6 avril 1910, et de 10,600 pieds cubes par seconde le 23 juin (23, page 80).

Il est des années où le maximum de débit est atteint alors que la fonte des neiges coïncide avec de fortes pluies, en avril et mai; dans d'autres années, les hautes eaux surviennent en juin ou juillet. Il ne se produit pas d'inondations désastreuses, grâce à la végétation forestière d'une grande étendue de la surface, qui tend à déterminer une élimina-

tion graduelle, et grâce aux faibles pentes, ainsi qu'aux vallées comparativement profondes des cours d'eau. Les lacs et les cours d'eau sont généralement gelés à partir du milieu de novembre jusque dans la dernière moitié de mars. Durant les mois d'hiver, le dégel se produit rarement, et les eaux d'infiltration forment la source d'approvisionnement des cours d'eau. Il suit de là que le débit est régulier durant l'hiver, mais décroît graduellement et devient généralement moindre en janvier et février. Le volume du débit d'hiver dépend beaucoup de la quantité des pluies qui, au cours de l'été précédent, ont apporté leur contingent aux eaux d'infiltration. Durant l'été, l'élimination est partiellement subordonnée aux eaux d'infiltration, car les eaux des pluies sont en forte proportion absorbées par le sol, dont la surface est médiocrement drainée, et parviennent aux cours d'eau en grande partie au moyen des sources et du suintement. L'année 1910 a été d'une exceptionnelle sécheresse, mais on dit que, durant la majeure partie de cette année, le lac des Bois s'est maintenu à un haut niveau et que l'année suivante il s'est considérablement abaissé, quoique les pluies aient été beaucoup plus abondantes. Ce phénomène est apparemment dû au fait que les eaux d'infiltration ont diminué durant l'hiver de 1910-1911 et une partie de l'été suivant.

EAUX D'INFILTRATION.

Dans tous les climats humides, la terre, au-dessous d'un niveau donné, est saturée d'eau et la surface supérieure du sol ou de la roche imbibés est appelée niveau des eaux d'infiltration ou nappe aquifère. Au-dessus de cette nappe aquifère, le sol ne contient que l'eau soumise à la capillarité. Le niveau de l'eau, dans les puits et généralement dans les marécages et les marais, correspond à celui des eaux d'infiltration. Dans quelques cas, le niveau des eaux d'infiltration est "crêté", là où le sol saturé d'eau près de la surface est supporté par une strate imperméable non saturée.

Dans le district de Rainy River, le niveau des eaux d'infiltration est généralement rapproché de la surface. Dans les aires d'un relief très abaissé surmontant des sédiments lacustres, il se trouve souvent, sauf dans le voisinage immédiat des vallées de cours d'eau, à moins de 10 pieds de la surface, et sur une grande étendue des aires marécageuses on le trouve à moins de 2 à 3 pieds de la surface. On le voit plus éloigné de la surface dans les aires d'un relief légèrement plus accusé susjacentes au till. À certains endroits, le niveau des eaux, dans les marécages, correspond à une nappe aquifère crêtée. Cela est bien démontré dans le cas du marais tourbeux situé près de Fort Frances, où une partie de l'eau du marais s'écoule dans le puits de gravier situé à 1 mille ½ de la ville. Le niveau d'eau dans l'excavation de gravier, indiquant le véri-

table niveau des eaux d'infiltration, est de près de 30 pieds plus bas que celui dans le marais, à une courte distance seulement de là. Le rapprochement près de la surface du niveau des eaux d'infiltration, sur une grande étendue du district, fait échec à l'accroissement des cours d'eau dans la région de leur naissance, car une forte proportion des eaux s'échappe par le canal des sources ou par suintement le long des flancs de la vallée. Cela est particulièrement remarquable pour ce qui regarde les argiles lacustres, car elles offrent souvent des lits graveleux interstratifiés, le long desquels les eaux d'infiltration s'insinuent et s'échappent sous forme de sources ou de suintements.

Le rapprochement près de la surface du niveau des eaux d'infiltration facilite la croissance des arbres et est aussi favorable à la production de bonnes récoltes, durant les saisons où la précipitation est faible, mais il fait qu'une grande portion du territoire restera impropre à la culture, aussi longtemps qu'elle ne sera pas pourvue d'un drainage artificiel.

PUITS ET SOURCES.

C'est généralement des puits de faible profondeur que l'on obtient de l'eau de puits. À certains endroits, le till calcarifère forme une masse presque imperméable d'une épaisseur de 50 à 100 pieds, qu'il faut nécessairement percer pour se procurer de l'eau de puits. On a obtenu des puits jaillissants au moyen de forages en maintes localités dans les townships Crozier, Devlin, Carpenter et Mather, où le till calcarifère comparativement imperméable et les sables et graviers aquifères sous-jacents pourvoient aux conditions artésiennes. L'eau pénètre dans la strate aquifère de la partie nord-est du district là où le till calcarifère n'existe pas, et s'infiltre lentement en-dessous du till en descendant la pente vers le sud-ouest. Les puits jaillissants sont situés sur la pente sud-ouest et généralement au pied des basses collines de till. Dans la plupart des forages, on a percé une épaisseur de 50 à 75 pieds du till, avant d'atteindre le sable et le gravier. L'eau ne s'élève généralement qu'à quelques pieds au-dessus de la surface, mais elle est de bonne qualité et le jet en est uniforme. Comme on l'a déjà observé, les conditions nécessaires à l'obtention des puits artésiens se rencontrent des plus favorables sur la pente sud-ouest et près de la base des collines de till, qui s'orientent dans une direction nord-ouest; il en est autrement dans une grande étendue de la partie ouest du district, où le relief est peu accentué en général et où le till repose souvent sur la roche massive.

Les sources se présentent le plus souvent le long des flancs des vallées de cours d'eau, et, en certains endroits, elles sourdent du till calcarifère. Elles sont quelquefois d'une nature ferrugineuse comme l'est la source située à 2 milles au nord du village Stratton. Un cône d'hydroxyde ferrique ocreux a surgi ici à la surface, là où l'eau de la

source jaillit. Les eaux provenant du till calcarifère contiennent des quantités considérables de carbonates en solution et sont par suite des eaux "dures", mais elles deviennent "douces" par l'ébullition.

FORCES HYDRAULIQUES.

La seule force hydraulique qui ait été exploitée dans le district est celle de la Rainy, à Fort Frances et International Falls, où, dit-on, une force de 12 000 chevaux, du côté des États-Unis, et de 8000, sur le côté canadien a été captée. On utilise une grande partie de cette énergie pour les usines à papier. La seule autre force hydraulique d'importance dans le district, est celle des rapides du Long Sault, sur la Rainy, qui demeure inexploitée.

ARGILES.

Les argiles lacustres et fluvio-lacustres du district fournissent les matériaux pour la fabrication des briques à bâtir ordinaires et des tuiles de drainage. La carte qui accompagne ce rapport fait voir la distribution des argiles. La seule briqueterie que l'on ait trouvée en exploitation dans le district est située sur la berge de la Rainy, à 1 mille ½ en aval de Fort Frances.

Les argiles diffèrent quelque peu, comme ensemble, dans les différentes coupes et quelquefois dans les différentes parties d'une même coupe, par suite des modes divers de leur formation. Dans quelques coupes, comme dans le cas des argiles exposées sur la berge de la Rainy, en aval de la digue de Fort Frances, on rencontre de minces lits et des lentilles de gravier et de sable interstratifiés avec les couches d'argile limoneuse. Des dépôts de cette espèce ont été formés par la sédimentation, dans une eau comparativement peu profonde, des matériaux dérivés de l'érosion marine des rivages, durant la phase d'élévation des eaux du lac qui a autrefois couvert le district. Le gravier de ces dépôts est en forte proportion calcaire, ce qui rend une grande partie de ces argiles impropres à la fabrication des briques ou des tuiles, à moins qu'on n'en enlève le gravier au cours des procédés de la fabrication.

Les argiles sont cependant, pour une large part, d'origine fluvio-lacustre, c'est-à-dire que les matériaux en ont été dérivés de l'érosion terrestre et transportés par des cours d'eau, que leur pente trop faible faisait impuissants à entraîner les graviers, pour être déposés soit comme dépôts de delta dans les lacs, soit comme remplissage de vallée, le long de quelques-unes des vallées immergées. Ces argiles sont en général libres de galets et d'une nature moins sableuse. Le dépôt qui existe à la briqueterie située à 1 mille ½ en aval de Fort Frances est de ce type: l'argile de composition assez uniforme y atteint à une profondeur de 14 pieds et est supportée par du sable; elle donne à la cuisson une brique d'une couleur rougeâtre uniforme.

De semblables dépôts se rencontrent à maints autres endroits du district. On en trouve près de la Rainy, le long des berges, en amont et en aval de la ville. Ils varient en épaisseur de 2 à 10 pieds ou plus et s'étendent à quelque distance de la rivière. Ils offrent leur plus grande épaisseur à proximité de la rivière et s'amincissent en s'en éloignant. Les coupes qui exposent les argiles se produisent le long de la rivière, de un demi-mille à 3 milles en aval du pont de chemin de fer, près de la ville. Parfois les argiles sont revêtues d'une épaisseur de 1 à 3 pieds de sable et surmontent un till pierreux ou une argile à blocaux. Des échantillons des argiles du voisinage de la ville de Rainy River, ont été recueillis par l'auteur et examinés par M. J. Keele, de la Division des Mines, qui a fourni le rapport suivant.

Échantillon nº 276.—Argile d'un gris jaunâtre, à de 1 à 4 pieds de la surface, à environ un demi-mille en aval du pont de chemin de fer sur la Rainy.

Cet échantillon était libre de galets, mais contenait une petite quantité de particules gréseuses. Il lui fallait une addition de 23 pour cent d'eau pour lui donner une consistance suffisante au pétrissage. L'argile est plutôt gluante à l'état humide, mais elle est d'une manipulation assez facile et elle coulait facilement à travers une matrice à tuyaux de drainage. Comme elle sèche avec difficulté, on doit la sécher lentement après le moulage, pour éviter les gerçures. Le retrait au séchage est d'environ 7 pour cent. La cuisson a fourni les résultats suivants:

Cône	Retrait au feu %	Absorption %	Couleur
010	0	18	Rouge léger.
06	0	15	Saumon.
03	0	14	Marbrée.
1	2	7·5	Chamois.

"Cette argile n'est propre qu'à la fabrication de la brique à bâtir commune ou des tuiles de drainage; elle fournit un bon produit dur de couleur rougeâtre, même à une température aussi basse qu'à cône 010 (1742 degrés F.). La cuisson à température plus élevée fait disparaître graduellement la couleur rouge et donne un produit plus dense, plus dur, de couleur chamois, de cône 03 à cône 1 (2000 degrés à 2100 degrés F.). Il n'y a pas de retrait au feu, jusqu'à que ce cette dernière température soit atteinte.

"Les facilités de séchage et de pétrissage peuvent être augmentées par l'addition d'une petite quantité de sable, soit 15 pour cent. Cette argile ressemble aux argiles à brique de la vallée de la rivière Rouge dans

le Manitoba, et, comme elles, paraît être largement dérivée de la dolomie; mais la proportion de chaux est très inférieure dans l'argile de la Rainy car celle-ci ne fait pas effervescence sous l'action de l'acide.

"Les argiles à brique de la Rainy supportent sans amollir une plus haute température que la plupart des argiles de surface, probablement parce qu'elles portent une assez forte proportion de magnésie.

"Le développement d'une couleur chamois que donne la cuisson aux argiles à brique de la rivière Rouge provient de la grande quantité de chaux qu'elles contiennent, mais la couleur chamois et le faible retrait au feu de l'argile de la Rainy étaient choses inattendues, dans une argile qui ne fait pas effervescence avec les acides.

Échantillon n° 277. Une argile graveleuse rouillée de couleur jaune, contenant de nombreux fragments de roches et quelques galets. Elle est surmontée par l'argile n° 276 de la Rainy. Elle offre toutes les particularités d'une argile contenant une forte proportion de chaux, car elle prend à la cuisson une couleur chamois ou crème, et subit une légère dilatation au lieu d'un retrait à la cuisson. Quelques-uns des galets que contient cette argile sont composés de calcaire ou de dolomie. Ces galets s'oxydent au feu, puis gonflent en absorbant l'humidité de l'air et font invariablement éclater la brique qui les contient. De tels matériaux sont impropres à la fabrication des produits de l'argile. Il est probable que la plus grande partie de l'argile n° 276 est dérivée de l'érosion et du lavage de cette argile inférieure.

SABLES ET GRAVIERS.

Les sables et les graviers utilisés dans l'industrie du bâtiment et pour la construction des chemins se rencontrent à plusieurs endroits dans le district, ordinairement sous forme d'anciens dépôts littoraux ou de grève. La carte qui accompagne ce rapport indique les localités où se montrent les sables et graviers de grève. Les dépôts de grève contiennent parfois plus de sable que de gravier, d'où il résulte que les matériaux qui en proviennent sont de qualité inférieure pour l'empierrement des chemins à moins d'être tamisés. Une forte proportion du gravier est aussi calcaire; les fragments en sont petits et ont subi peu d'usure par le lavage des eaux. Le calcaire se broie aisément et il est soluble en grande partie dans l'eau de pluie, de sorte qu'il n'est pas très durable. On rencontre aussi de temps à autre, dans le district, des dépôts de gravier d'origine fluvio-glaciaire. Un dépôt de cette espèce, dont on a tiré de grandes quantités de matériaux pour le ballastage et l'empierrement des chemins est situé à 1 mille ½ à l'ouest de Fort Frances et relié à la ligne principale du chemin de fer Canadian Northern, par une voie de chargement. Le gravier de ce dépôt est d'une toute autre nature; il est libre de calcaire et se compose pour la plus forte part d'un

gravier bien roulé dérivé des roches cristallines; il est, dès lors, plus durable et plus satisfaisant pour la construction des routes que les matériaux de grève. On ignore l'existence d'autres grands dépôts de ce gravier à la surface du district. Il est plus ancien que le till calcarifère et partant généralement dissimulé par ce dernier.

Des affleurements de la roche solide se montrent à maints endroits, dans le district, et pourraient fournir des matériaux en pierres concassées plus satisfaisants que le gravier, pour l'empierrement des chemins.

TOURBE.

La division des Mines du ministère des Mines a, dans une certaine mesure, examiné les dépôts de tourbe de ce district. La tourbière située près de Fort Frances, ainsi qu'une autre dans le township Crozier, ont été examinées par Mr A. Anrep, de la division des Mines. Les résultats de ses recherches ont été publiés dans le Bulletin n° 8 de la division des Mines du ministère des Mines, 1910-11.

SOLS.

Le sol consiste en cette strate, la plus extérieure de celles qui couvrent la terre, que l'action de l'air, l'accumulation graduelle des matières animales et végétales, et le travail des agents organiques s'exerçant sur les matériaux qui la composent, ont rendu propre au développement de la végétation. Le sol est largement dérivé des strates inférieures sous-jacentes, mais il en diffère en ce qu'il est altéré par l'action de l'air. Il contient des quantités variables de matières organiques et la vie s'y est manifestée sous quelque forme de manière à le rendre productif. Il arrive souvent, plus particulièrement dans les climats humides et quand les couches inférieures sont formées de till glaciaire ou d'argile à blocaux, que les matériaux pris à une profondeur de seulement 1 pied de la surface sont improductifs, durant plusieurs années après avoir été exposés à la surface. La présence d'une certaine quantité de matières organiques est nécessaire à sa productivité et son accumulation exige un temps considérable; il est d'importance vitale, par conséquent, de protéger le sol contre les effets destructeurs des incendies de forêt et de l'érosion. Le sol peut être considéré comme comprenant le sol superficiel, ou le sol dans son sens propre, et le sous-sol. Le sol superficiel consiste en cette partie supérieure à toute autre que l'on distingue généralement du sous-sol par sa couleur plus foncée. Le sous-sol contient moins de matières organiques et les agents organiques y ont exercé leur travail avec moins d'intensité que dans le sol superficiel. Il passe, en descendant, et sans qu'il y ait de démarcation bien accusée, aux couches inférieures qui peuvent se composer de terrains soit meubles ou solides.

Sur la carte accompagnant ce rapport, la distribution des diverses formations de la surface d'où dérivent les sols est indiquée par des teintes différentes. Les teintes représentent aussi les sols dérivés des formations superficielles ou des terrains meubles. Les noms descriptifs des sols, v.g. marne finement sableuse, sont tirés de la texture des sols, ainsi que le montrent les analyses mécaniques, suivant la classification des matériaux du sol telle qu'adoptée par l'United States Bureau of Soils. La carte n'indique que les sols les plus caractéristiques du district et les délimitations sont approximatives. On n'a tenté aucune étude comparative des sols de certaines étendues, à cause de la densité de leur végétation forestière et de leur inaccessibilité.

Nous faisons dans ce mémoire une étude critique de l'origine et du caractère physique général des sols, mais sans considérer les propriétés comparatives des sols au point de vue agricole, ou l'exploitation du sol en général, car l'examen de ces sujets appartient plutôt à l'agronome.

TRAITS CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRAUX DES SOLS.

Le mode d'origine et le caractère lithologique des différents terrains meubles ou des formations de surface d'où les sols sont principalement dérivés, ont été décrits dans le chapitre sur la "Géologie générale."

Les sols du district ont été pour la plus grande part dérivés des dépôts glaciaires d'une nature à un haut point calcarifère et des sédiments lacustres, eux-mêmes en grande partie dérivés de l'érosion du till; il s'ensuit qu'ils sont dans l'ensemble calcarifères, surtout dans leurs parties composant les sous-sols. Le sol superficiel a été ordinairement assez lixivié pour avoir éliminé les matériaux carbonatés; mais quand c'est un till calcarifère qui forme le sous-sol, il contient quelquefois suffisamment de carbonate de chaux pour déterminer une facile effervescence, dans l'acide, des matériaux qui se trouvent à moins d'un pied de la surface. En général, les sous-sols contiennent une forte proportion de matériaux solubles, note caractéristique propre aux sols connus pour avoir une fertilité durable. La nature calcarifère des sols, plus particulièrement des sols lourds et argileux, aide aux labours et empêche l'acidité. À certains endroits du district, les sols marécageux composés de boue végétale et de tourbe sont acides de leur nature, mais il n'en est ainsi qu'à la condition que les dépôts qui les forment soient de grande puissance.

En général, les sols du district portent la couleur claire caractéristique des sols des régions fortement boisées et ne prennent nulle part la couleur noire caractéristique des sols de prairie. Les sols de boue végétale et de tourbe ont une couleur variant du brun au noir. la nuance foncée étant plus prononcée dans les sols de boue végétale, où les matières organiques sont plus décomposées, mais ils deviennent d'une couleur

plus claire une fois cultivés. Les sols alluviaux sont aussi généralement de couleur noire, qu'ils tiennent de leur égouttage imparfait et de l'abondance de leurs matières organiques. Les sols des aires naturellement égouttées varient généralement du grisâtre au brun, la partie supérieure étant généralement d'une nuance plus sombre, mais rarement noire. Ils ne manquent pas, en général, de matières organiques, si ce n'est là où une forte combustion a eu lieu, soit durant les opérations du défrichement des terres, soit comme résultat d'incendies de forêt répétés.

Les seuls sols "légers" d'importance dans le district sont le sol d'une marne graveleuse sableuse des anciens cordons littoraux et les sols lacustres de sable fin. Les sols des cordons sablonneux sont généralement asséchées à l'excès et arides en saisons sèches, par suite du relief des cordons et du bas niveau des eaux d'infiltration, surtout après l'assèchement des terres basses adjacentes. Les aires lacustres de sable fin ont un faible relief et la nappe aquifère se trouve généralement à proximité de la surface; ces conditions tendent à empêcher un assèchement excessif. Les sols légers cependant ne sont pas aussi productifs, surtout par les saisons sèches, que les sols plus compacts.

Une particularité frappante des sols sur une grande étendue du district est la nature argileuse de leurs parties formant le sous-sol. Cette nature argileuse tend à rendre la surface méracageuse, là où n'existe pas un égouttement suffisant, mais elle est aussi d'une grande valeur comme élément déterminant de la fertilité durable des sols, et en ce qu'elle retient l'humidité pour la distribuer à la surface au cas d'insuffisance des pluies.

DISTRIBUTION DES SOLS.

Le tableau suivant fait voir la distribution superficielle des différents sols du district qui ont été portés sur la carte.

	Milles carrés
Boue végétale et tourbe	240
Sable de dune et sable de grève (dépôts récents)	1
Argile limoneuse des alluvions de cours d'eau	12
Marne graveleuse-sableuse des anciennes grèves de lac	10
Sable fin des dépôts lacustres	32
Marne argileuse et argiles des dépôts lacustres	88
Marne graveleuse et marne argileuse graveleuse de l'argile glacio-lacustre (lavée par la vague)	117
Marne graveleuse finement sableuse du till calcarifère (lavée par la vague)	176
Marne graveleuse du till calcarifère (lavé par la vague)	14
Sols du drift rouge non différenciés	38
Affleurements de la roche de fond portant peu de sol ou en étant dépourvue	27
Total	755

DESCRIPTION DES SOLS.

Boue végétale et tourbe.

Les sols de boue végétale et de tourbe se composent surtout de matières organiques à différents degrés de décomposition et varient en profondeur de 1 à 20 pieds et plus. La boue végétale diffère de la tourbe en ce qu'elle contient une plus forte proportion de sol minéral et en ce que les matières organiques qui en composent une partie considérable sont plus décomposées. Ces sols occupent des aires marécageuses dont l'assèchement est insuffisant et qui demandent à être artificiellement assainies pour devenir utilisables. Les aires marécageuses sont généralement bien boisées, sauf dans leur parties centrales et plus profondes, qui forment des tourbières ordinairement privées d'arbres. Les matières dont se forme la tourbe contiennent comparativement peu de sol minéral et les matières organiques qui en font partie ne sont que partiellement décomposées. Il en est ainsi particulièrement dans de 1 à 3 pieds de la partie la plus externe, où les matériaux sont encore fibreux et ligneux. L'état de décomposition de la tourbe brute tient au rapprochement près de la surface des eaux d'infiltration. Le drainage, en abaissant le niveau des eaux, favorise l'oxydation atmosphérique et la décomposition, et tend à produire un sol vaseux. On a constaté que la tourbe disparaît en grande partie après le drainage dans les terrains couverts de 1 à 2 pieds de matériaux tourbeux, car la grande masse de la tourbe est fortement réduite par l'oxydation et peut être transformée en sous-sol. Près des bords des aires marécageuses, le sol est généralement d'un caractère vaseux et ne requiert que le drainage pour devenir productif. L'épaisseur moyenne de la tourbe et de la boue végétale de ces aires n'excède pas beaucoup 3 pieds et il est probable qu'une partie considérable en sera tôt ou tard desséchée et deviendra propre à la culture. Jusqu'ici on a tenté peu d'efforts pour utiliser les terrains marécageux. En certaines localités du district, cependant, on a observé de petites étendues de terres en culture et produisant de bonnes récoltes de fléole et de trèfle.

Le sous-sol de la boue végétale et de la tourbe est souvent une marne argileuse calcarifère et on rencontre aussi des sous-sols sablonneux. Là où ceux-ci se présentent et où la tourbe ou la boue végétale ont peu d'épaisseur, la surface est généralement recouverte de cèdres, de bouleaux et d'épinettes. Les parties plus profondes des marais sont, tantôt parcimonieusement semées de tamaracs ou d'épinettes, et tantôt privées d'arbres et recouvertes d'herbes et de mousses. La nature calcarifère d'une proportion du sous-sol tend à neutraliser l'acidité de la tourbe et de la boue végétale, mais là où la tourbe est épaisse, son acidité est souvent indiquée par la couleur café de l'eau.

Dans les tentatives d'utilisation des sols de boue végétale et de tourbe là où les matières ont de l'épaisseur, il importe de tenir compte de l'effet d'un drainage trop radical. Les sols de composition largement organique ont une faible capillarité et ne sont productifs que si les eaux d'infiltration sont rapprochées de la surface. Un drainage trop complet aurait aussi l'effet de créer le danger des incendies de forêt.

Il paraît aussi avéré que les sols de tourbe composés en forte proportion de matières organiques exigent l'addition d'au moins une petite quantité de sol minéral, pour devenir propres à la culture.

Sable de dune et sable de grève.

Les dépôts de sable de dune et de sable de grève d'origine récente n'occupent que de faibles étendues le long de barres et des îles, près de l'embouchure de la rivière à la Pluie et le long du rivage principal du lac, sur quelque distance au nord-est de cette embouchure. Ils constituent des sols sans valeur pour l'agriculture.

Marne d'argile limoneuse des alluvions fluviales.

Le sol superficiel consiste en une marne d'argile limoneuse passant du brun au noir, jusqu'à une profondeur de 6 à 8 pouces, et contient une proportion considérable de matières organiques. Le sous-sol est ordinairement de couleur un peu plus claire, mais il offre presque la même texture. Le sol se développe en bandes étroites sur les basses terrasses sujettes à l'inondation des cours d'eau et son drainage de surface est presque partout insuffisant.

Marne graveleuse-sableuse des anciennes grèves de lac.

Le sol superficiel consiste en une marne graveleuse sableuse passant du jaune au brun, jusqu'à de 6 à 10 pouces de profondeur, et repose sur un sable graveleux de couleur jaunâtre. Il est généralement drainé à l'excès et faiblement productif, si la saison est sèche. Il occupe la surface de collines comparativement longues et étroites autrefois couvertes de pins. Aujourd'hui la végétation forestière se compose surtout de bouleaux et de trembles mêlés de pins blancs et de pins des rochers dispersement semés. Dans certaines localités, les sols de grève sont les premiers que l'on ait cultivés, car le terrain en était facilement défriché, et plus élevé et plus sec que les terres environnantes; mais après le défrichement et l'asséchement du territoire adjacent, on a constaté que les terres des collines étaient asséchées à l'excès, par suite de leur relief et de l'abaissement du niveau des eaux d'infiltration, par le drainage.

Sable fin des dépôts lacustres.

La surface du sol consiste en un sable passant du gris brun pâle sur une profondeur de 6 à 8 pouces, à la partie supérieure duquel les matières organiques donnent, sur une épaisseur de un à 3 pouces, une teinte plus foncée. Le sous-sol consiste en un sable fin gris ou jaune passant à une marne finement sableuse et à une marne argileuse; on y trouve rarement des pierres ou cailloux. Le sous-sol de marne argileuse se rencontre le long des vallées de cours d'eau. Les aires que couvrent le sable lacustre fin sont bien boisées par une futaie de trembles et de peupliers baumiers, de sapins baumiers et de bouleaux, ainsi que d'une dense végétation de brouissailles, de vigne vierge, etc. Le pin blanc et le pin de Norvège existaient autrefois en abondance, mais ils ont été enlevés ou les incendies de forêt les ont détruits.

Sur les aires mal égouttées, les épinettes et les sapins se voient en plus grand nombre et les "essences mêlées" dominent. Les aires de sable fin ont un faible relief et, par suite du rapprochement de la nappe aquifère près de la surface, elles ne sont pas asséchées à l'excès. Sur quelques-unes des aires médiocrement drainées, la surface est couverte de boue végétale, de tourbe ou de la litière de la forêt jusqu'à la profondeur de quelques pouces à un pied; ces matières disparaîtront en grande partie ou se mélangeront au sol, après le défrichement et le drainage du terrain.

Le tableau suivant indique la composition mécanique, par proportions, de la surface du sol du sable lacustre fin.

	Description	Gravier fin. 2—1 mm.	Sable grossier. 1—0·5 mm.	Sable d'un grain moyen. 0·5—0·25 mm.	Sable fin. 0·25—0·1 mm.	Sable très fin. 0·1—0·05 mm.	Limon. 0·05—0·005 mm.	Argile. 0·005 mm.
Nº 10	Sol superficiel.......	0·0	0·4	0·5	50·2	37·1	5·4	6·4

Marne argileuse et argile des dépôts lacustres.

Le sol superficiel se compose d'une marne ou argile de couleur brune passant au noir, d'une profondeur de 6 à 8 pouces, couvrant des sous-sols généralement de même texture, mais de couleur plus claire. Les sols argileux plus compacts occupent des aires de peu d'étendue dans les dépôts des vallées de remplissage et forment par endroits un sol de "gumbo" gluant, d'un travail difficile lorsqu'il est détrempé. Le sol de marne argileuse est d'une plus grande étendue, mais moins tenace et

d'un travail plus aisé, à cause de la plus grande proportion de sable qu'il contient. Il est très rare qu'on y rencontre des pierres ou des cailloux. Le sous-sol offre quelquefois de minces couches de gravier fin, qui favorisent l'écoulement des eaux d'infiltration. Les aires qu'occupent ces sols sont d'un très faible relief et le drainage, de ce fait et aussi par suite de la nature compacte du sous-sol, est ordinairement défectueux. Certaines localités se caractérisent par leur état marécageux et la surface en est souvent recouverte de quelques pouces de tourbe ou de boue végétale. Le peuplier et le baumier de Gilead, souvent de forte taille, sont les essences qui croissent le plus abondamment dans les aires de glaise argileuse et d'argile. L'épinette et le sapin croissent aussi dans les aires médiocrement drainées. Le long des cours d'eau où le drainage s'opère bien, on observe surtout le chêne et l'orme, de même qu'une dense végétation de brouissailles et de vignes qui souvent forment des massifs impénétrables.

Les sols de marne argileuse et d'argile ont été préparés et utilisés, sur une grande échelle, pour la culture, dans les aires situées le long des cours d'eau ou l'égouttement naturel est bien développé. Il se trouve encore des aires incultes de grande étendue, surtout là où l'égouttement de surface est médiocre. Ces aires sont généralement fortement boisées.

Le tableau suivant montre les résultats, par proportions, des analyses mécaniques du sol superficiel et du sous-sol du sol de marne argileuse lacustre.

	Description	Gravier fin. 2—1 mm.	Sable grossier. 1—0·5 mm.	Sable d'un grain moyen. 0·5—0·25 mm.	Sable fin. 0·25—0·1 mm.	Sable très fin. 0·1—0·05 mm.	Limon 0·05—0·005 mm.	Argile. 0·005 mm.
N° 11	Sol superficiel.......	0·0	2·3	3·9	7·9	18·2	46·6	20·2
N° 12	Sous-sol.........	1·3	1·6	1·7	5·7	19·8	38·1	31·8

Marne graveleuse et marne argilo-graveleuse des dépôts glacio-lacustres (alluvionnaire.)

Le sol superficiel de ces dépôts consiste en une marne passant du brun grisâtre au noir, contenant parfois des cailloux et galets, et mesurant en profondeur de 5 à 6 pouces. Le sous-sol consiste en une argile passant du jaune au gris bleuâtre, compacte et gluante, et contenant par places des galets et des concrétions partiellement désagrégées de calcaire dispersement disposés. Le caractère marneux du sol superficiel tient grande-

ment à la présence à la surface d'un sable fin et d'un limon d'une épaisseur de 1 à 3 pouces, répandus ainsi qu'une mince couverture sur la surface par l'action de la vague, durant l'existence du grand lac qui a une fois embrassé la région. La marne argileuse, ou la phase compacte, ne s'offre que dans de petites aires et là où le relief est faiblement accusé. La surface des aires de la marne graveleuse ondule doucement et dans une grande mesure elle est naturellement drainée. Le sous-sol est souvent formé d'une argile lourde qui, à cause de sa nature presque imperméable, tend à empêcher le libre suintement de l'eau de la surface, et affecte ainsi les qualités utilisables du sol superficiel, lorsqu'elle est détrempée. De petites aires où l'égouttement de surface est médiocre montrent des sols formés d'un "gumbo" gluant. Là où le drainage est bien établi, la compacité du sous-sol favorise la rétention de l'humidité, qui est très précieuse durant les saisons de sécheresse. La végétation est semblable à celle des aires qu'occupent les sols lacustres, si ce n'est que les arbres décidus, tels que le tremble, ou le peuplier, se montrent en plus grande abondance. Les aires qu'occupent les sols glacio-lacustres ont aussi été brûlées plus fréquemment, par suite de leur relief plus accusé et de leur caractère de plus grande sécheresse, et une forte proportion de la futaie n'a pas plus de 4 à 20 ans; le défrichement est ainsi rendu plus facile.

Quelques portions de ces sols sont en culture depuis quelque temps, mais les grandes aires sont encore vierges.

Le tableau suivant montre le résultat, par porportions, des analyses mécaniques du sol superficiel et du sous-sol du sol de la marne glacio-lacustre.

	Description	Gravier fin. 2—1 mm.	Sable grossier. 1—0·5 mm.	Sable d'un grain moyen. 0·5—0·25 mm.	Sable fin. 0·25—0·1 mm.	Sable très fin. 0·1—0·05 mm.	Limon. 0·05—0·005 mm.	Argile. 0·005 mm.
Nº 13	Sol superficiel.......	5·0	8·5	6·5	13·5	14·0	35·7	16·8
Nº 14	Sous-sol............	1·6	3·1	5·1	15·2	13·4	30·5	31·1

Marne graveleuse finement sableuse du till calcarifère (*alluvionnaire.*)

Le sol superficiel de ce dépôt consiste en une marne finement sableuse d'un gris passant au brun et a de 5 à 6 pouces en profondeur. Le sommet, sur de un à trois pouces, est généralement rendu plus foncé par l'inclusion de matières organiques. Le sous-sol consiste en une marne ou une argile jaunes ou grises. On rencontre parfois du gravier et des pierres, à la fois dans le sol superficiel et le sous-sol; en plus grande abon-

dance généralement à la surface, mais rarement en quantité suffisante pour nuire à la culture. Le sol superficiel contient beaucoup de sable fin et de limon en un mince dépôt lacustre lavé par la vague, qui n'est que légèrement plastique ou gluant, lorsqu'il est détrempé, et qui s'effrite facilement une fois sec, produisant ainsi un sol d'un travail facile, peu susceptible de s'agglutiner ou de se former en mottes. La topographie ondule doucement en général et les aires, dans la plupart des cas, sont naturellement drainées. Le sous-sol profond est presque imperméable à l'eau, par suite de sa composition d'argile ferme; il s'ensuit que l'eau reste à la surface et que quelques-unes des portions les plus unies de la superficie demeurent dans un état marécageux. La surface de ces portions est généralement couverte de boue végétale et de tourbe, sur une épaisseur de plusieurs pouces.

Les aires de la marne finement sableuse ont été en grande proportion brûlées à plusieurs reprises. Les derniers incendies de forêt d'un développement considérable ont eu lieu durant l'été d'exceptionnelle sécheresse de 1910. Des incendies de forêt désastreux ont aussi sévi en 1886 et 1896. Les vastes marécages du district ont cependant servi à les circonscrire, jusqu'à un certain point, mais, dans la plupart des cas, les aires pourvues d'un égouttement naturel portent les traces des effets du feu. On a signalé des aires fortement boisées en jeunes peupliers, de 4 ans seulement dans quelques cas, et de près de 20 ans à d'autres endroits, couvrant un terrain qui apparemment a été presque complètement dépouillé de toute végétation forestière, par des incendies destructeurs.

Le sol de la marne finement sableuse est celui que l'on cultive le plus généralement, dans le district, et c'est un des sols les plus productifs. Il a donné quelques-unes des remarquables récoltes de blé que l'on a déjà mentionnées. Une faible partie seulement en est en culture cependant et les vastes aires du sol vierge, généralement boisées en arbres décidus, tels que le peuplier, le baumier de Gilead et le bouleau, sont encore incultes.

Le tableau suivant donne les résultats, par proportions, des analyses mécaniques du sol superficiel et du sous-sol de la marne finement sableuse du till calcarifère alluvionnaire.

	Description	Gravier fin. 2—1 mm.	Sable grossier. 1—0·5	Sable d'un grain moyen. 0·5—0·25 mm.	Sable fin. 0·25—0·1 mm.	Sable très fin. 0·1—0·05 mm.	Limon 0·05—0·005 mm	Argile. 0·005 mm.
Nº 15	Sol superficiel........	3·2	4·6	4·6	16·1	21·[illegible]	38·2	13·1
Nº 16	Sous-sol............	2·4	2·7	2·5	7·9	10·[illegible]	34·8	39·4

Marne graveleuse du till calcarifère (alluvionnaire.)

Le sol superficiel consiste en une marne passant du gris au brun, de 5 à 6 pouces de profondeur, dont la couleur est quelque peu plus foncée sur de 1 à 3 pouces à sa partie supérieure. Le sous-sol consiste en une argile jaune ou grise. On y observe dispersés dans sa masse des pierres et des cailloux, mais non en abondance. Le sol ressemble en général à celui de la marne finement sableuse, mais contient moins de sable fin et de limon dans sa partie supérieure. Le sol superficiel des petites aires est fait d'une marne argileuse et diffère en général de la marne finement sableuse, en ce qu'il est plus compact et d'un travail plus difficile, lorsqu'il est détrempé. Il occupe des aires comparativement de faible étendue, dans lesquelles le relief n'est pas accentué.

Le tableau suivant donne les résultats, par proportions, des analyses mécaniques du sol marneux du till calcarifère alluvionnaire.

	Description	Gravier fin. 2—1 mm.	Sable grossier. 1—0·5 mm.	Sable d'un grain moyen. 0·5—0·25 mm.	Sable fin. 0·25—0·1 mm.	Sable très fin. 0·1—0·05 mm.	Limon. 0·05—0·005 mm.	Argile. 0·005 mm.
N° 17	Sol superficiel.......	3·2	4·6	4·6	16·1	21·2	38·2	13·1
N° 18	Sous-sol............	2·4	2·7	2·5	7·9	10·3	34·8	39·4

Sols du drift rouge.

Les sols du "drift rouge", qui occupent des aires dans la portion septentrionale du district, consistent généralement en un sable graveleux et une marne graveleuse sableuse. Ils sont presque toujours plus sableux que ceux de la portion méridionale du district et ne sont pas d'une nature aussi calcarifère, car les matériaux en ont été dérivés, en forte proportion, de l'érosion des roches cristallines. Les arbres forestiers de ces aires sont plus ordinairement conifères que ceux des aires méridionales. Les aires sablonneuses et rocheuses étaient autrefois recouvertes de pins blanc et de pins de Norvège et, dans quelques localités, on voit encore des taillis considérables de jeunes pins. Le pin des rochers se rencontre en plus grande abondance, cependant, avec le bouleau, l'épinette et le pin baumier. Les sols de cette partie du district n'ont pas été classifiés.

Affleurements des roches de fond portant peu de sol ou sans sol.

On rencontre par tout le district de petites aires d'affleurement de la roche et dans la portion septentrionale, de grandes aires d'affleure-

ment de la roche massive, qui ont été dénudées de toute végétation forestière par des incendies répétés. Les aires ont été autrefois bien boisées, comme le démontrent les tronçons carbonisés et noircis qui subsistent encore. Un bon exemple de la protection dont jouissent certaines localités, contre les incendies de forêt, est celui qu'offre un grand nombre des îles de la partie septentrionale du lac des Bois. Ces îles sont fortement boisées presque jusqu'au bord de l'eau, quoiqu'elles soient rocheuses et ne soient couvertes que d'un très mince manteau de sol minéral. Les incendies, dans la portion septentrionale de la région, n'ont pas eu uniquement le résultat de détruire les arbres forestiers, mais ils ont aussi fait disparaître le mince manteau d'un sol qui était l'œuvre d'une longue période d'altération par influence atmosphérique, et ils sont la cause que la croissance des arbres forestiers sera paralysée d'ici à un grand nombre d'années.

ASSAINISSEMENT DES TERRES MARÉCAGEUSES.

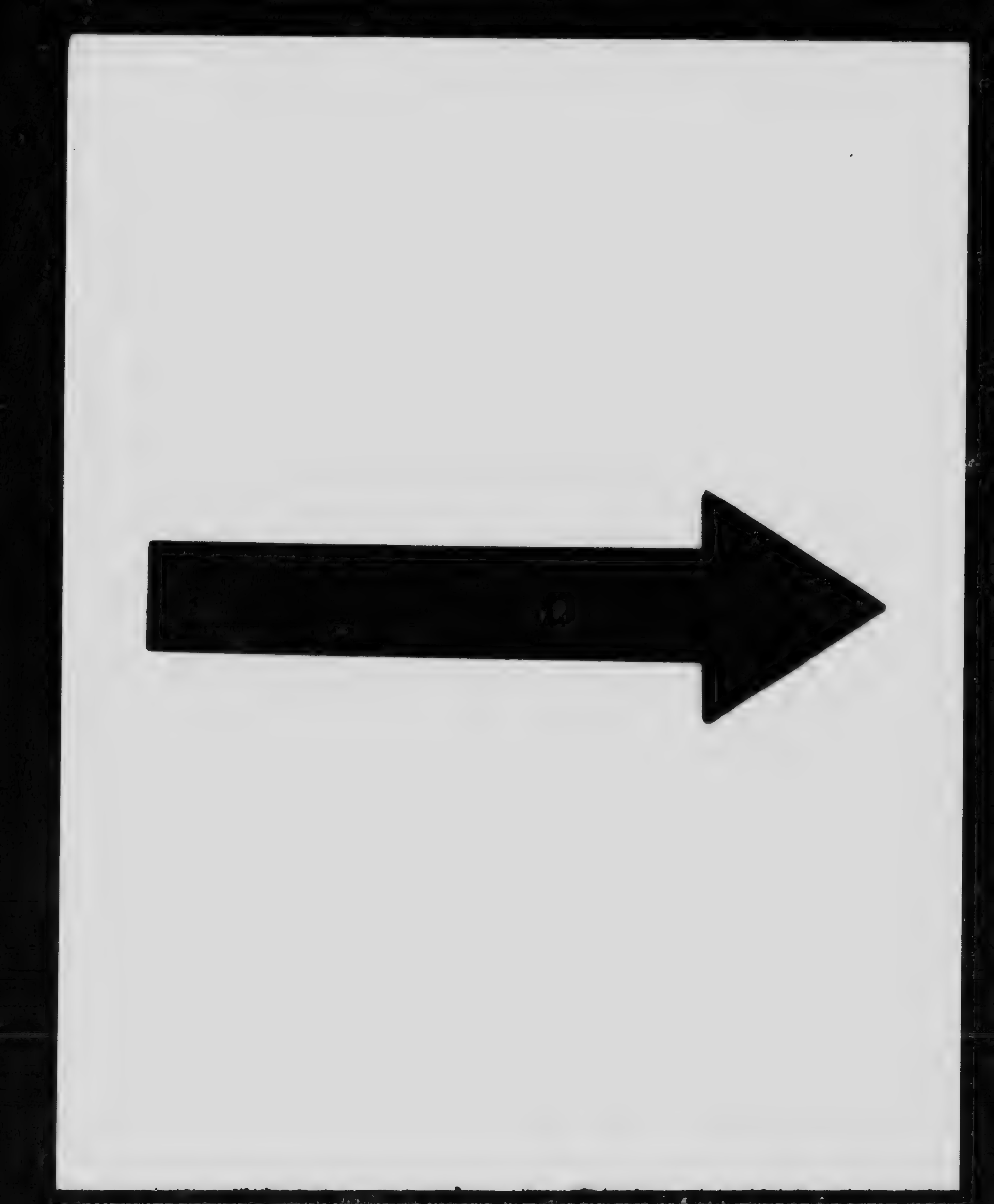
L'un des plus importants problèmes qu'offre le développement de l'agriculture dans le district est celui du drainage. Les vastes aires marécageuses ne peuvent être utilisées qu'à condition d'être assainies. Les parties du district qui n'ont qu'un faible relief tireraient grand profit des fossés de drainage, dès que l'écoulement naturel des eaux y est défectueux. L'état marécageux de certaines localités doit être attribué à la présence d'une végétation dense et le défrichement des terres seul a opéré des changements marqués en plusieurs endroits. Nombre des marécages existent du fait que les anciens cordons littoraux font fonction de digues et retiennent les eaux. Ceci est démontré par le long et étroit cordon de sable et de gravier qui s'étend au nord-est, à partir de Gameland, et plusieurs autres cas pourraient être cités. Nombre de ces marécages pourraient être au moins partiellement asséchés, au moyen de trouées dans ces cordons. On a constaté que quelques-unes des aires marécageuses ont une pente accentuée, mesurant quelquefois jusqu'à 10 et 20 pieds au mille, de sorte qu'il est évident que leur drainage est possible. Les marais dépourvus d'arbres occupent généralement des dépressions en forme de bassins et il serait probablement beaucoup plus difficile de les assécher complètement, si toutefois cela est possible. La tourbière située près de Fort Frances offre un bon exemple de la facilité avec laquelle quelques-unes des aires marécageuses peuvent être asséchées. La plus grande portion du marais et de l'étendue marécageuse qui l'entoure se trouve à de 10 à 20 pieds au-dessus du Rainy Lake et de 40 à 50 pieds au-dessus du niveau de la Rainy, en amont de la digue de Fort Frances, et, par places, le marais s'approche à moins d'un quart de mille de la rivière. Il est aussi probable que le niveau des eaux d'infiltration, près de la surface du marais, n'est pas celui de la nappe aquifère,

car les eaux du marais s'écoulent partiellement dans le puits de gravier situé à 1 mille ½ à l'ouest de Fort Frances, qui se trouve à courte distance du bord de ce marais, et le niveau de l'eau dans le puits est de près de 30 pieds inférieur à celui de l'eau de la tourbière.

Au cours des trois dernières années, le fossoyage nécessité par l'ouverture des chemins de colonisation entreprise par le gouvernement provincial, a fait de grands progrès.

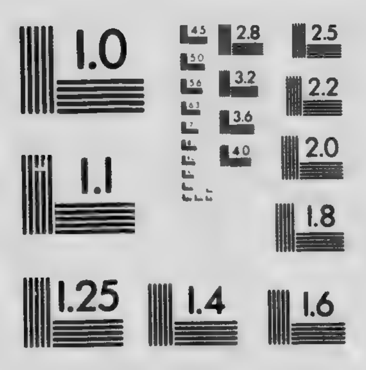
L'une des opérations les plus importantes qui s'imposent à l'attention, en ce qui concerne l'amélioration du drainage, est l'enlèvement des obstructions des chenaux des cours d'eau. À maints endroits, les tributaires de la Rainy sont en partie obstrués par le bois de dérive et souvent par des barrages de roches. La vigoureuse végétation forestière, le long des rives des cours d'eau, favorise beaucoup l'accumulation du bois de dérive formant digue, car les cours d'eau, en certains endroits, rongent sans cesse leurs rives. Les barrages de roches empêchent aussi les cours d'eau d'affouiller leurs chenaux; ces cours d'eau ont ainsi peu de puissance d'érosion dans leurs parties supérieures et deviennent incapables de débiter rapidement les eaux des inondations, particulièrement désastreuses pour les cultures, du moment que les périodes des hautes eaux surviennent fréquemment tard au printemps, et quelquefois même durant les premiers jours d'été.

La moyenne annuelle des précipitations dans le district, étant faible comparativement à celles des régions plus humides de l'est, facilite l'établissement d'un drainage suffisant et l'amélioration de l'écoulement naturel des eaux, au moyen du fossoyage, en dépit du léger relief général et de l'état marécageux actuel, sur une grande étendue, d'une partie considérable de la région.



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)





CHAPITRE VIII.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Keating, W.-H.—"Narrative of an Expedition to the Sources of the St. Peter's River, 1825."

2. Owen, D.-D.—Report of Geol. Sur. of Wisconsin, Iowa, and Minnesota, 1852.

3. Bigsby, J.-J.—"Erratics of Canada." Proceedings of the Quarterly Journal of the Geological Society of London, vol. VII, 1851.

4. Bigsby, J.-J.—"On the Survey of the Lake of the Woods, South Hudson's Bay." Quart. Jour. Geol. Soc., vol. VIII, 1852.

5. Bigsby, J.-J.—"Geology of Rainy Lake, South Hudson's Bay." Quart. Journ. Geol. Soc., vol. X, 1854.

6. Dawson, S.-J.—"Rapport d'une exploration de la région entre le lac Supérieur et l'établissement de la Rivière Rouge." Appendice au vol. XVII des Journaux de l'Assemblée législative, session de 1859.

7. Hind, H.-Y.—Rapports sommaires, accompagnés d'un "Rapport préliminaire et général d'une Campagne d'Exploration de l'Assiniboine et de la Saskatchewan, Toronto, 1859."

8. Bell, R.-W.—"Rapport sur la région entre le lac Supérieur et le Lac Winnipeg." Rapports sommaires, Commission géologique du Canada, 1872-73.

9. Dawson, G.-M.—"Rapport sur la géologie et les ressources de la région avoisinant le Quarante-neuvième parallèle," 1875.

10. Lawson, A.-C.—"Rapport sur la géologie de la région du lac des Bois." Commission géologique du Canada, partie CC. Rapport annuel, 1885.

11. Lawson, A.-C.—"Rapport sur la géologie de la région du lac à la Pluie." Commission géologique du Canada, partie F, Rapport annuel, 1888.

13. Upham, W.—"Rapport d'une exploration du lac glaciaire Agassiz dans le Manitoba," Commission géologique du Canada, 1890.

14. Upham, W.—"The Glacial Lake Agassiz" United States Geological Survey, Monograph XXV.

15. Tyrrell, J.-B.—"The Genesis of Lake Agassiz," Journ. Geol., Vol. 4, 1896, pp. 811-815.

16. Tyrrell, J.-B.—"The Patrician Glacier South of Hudson Bay," Congrès géologique international, Canada, 1913.

17. Lawson, A.-C.—"La géologie archéenne du lac La Pluie, nouvelle étude." Commission géologique du Canada, 1913. Mémoire 40, Séries géol. n° 24.

18. U. S. Department of Agriculture, Weather Bureau, Monthly Weather Review, Washington, D.C., vols. 37-42, 1909-1913, Special section report, Section 57-1912, Climatological Data for the United States by sections, 1914.

19. Leverett, Frank.—"Surface Formations and Agricultural conditions of Northwestern Minnesota." Minnesota Geological Survey, Minneapolis, Minn. Bulletin N° 12, 1915.

20. "Results of Spirit Levelling in Minnesota." U. S. Geological Survey, Washington, D.C., Bull. 453.

21. King, F.-W.—"Niveaux Précis, Canada," Ottawa, Canada, vol. 1, N° 8.

22. Hoyt, W.-G.—"The Effects of Ice on Stream Flow," Water-Supply Paper 337, U.S. Geol. Surv., Washington, D.C., 1913.

23. "Surface Water Supply of the United States, 1910," part V, Water-Sypply Paper 285, 1912.

24. Coleman, A.-P.—Bureau of Mines Report, Ont., Vol. XI, 1902.

25. "Lake of the Woods Levels," International Joint Commission, Report of Consulting Engineers, Washington, D.C., 1915.

PLANCHE II.



Ouverture d'un nouveau chemin dans la Réserve des Terres sauvages; montrant le caractère de densité de la végétation forestière. (Voir page 13.)

PLANCHE III.



Surfaces de la roche soumise à l'action glaciaire avec une mince couverture de sol ou sous-sol, autrefois boisées, mais aujourd'hui dénudées par les incendies de forêt; côté occidental du Rainy Lake. (Voir page 30.)

PLANCHE IV.



Surface de la roche soumise à l'action glaciaire. Rive occidentale du Rainy Lake. (Voir page 30.)

PLANCHE V.



Nouveau chemin et fossé à travers un muskeg maigrement boisé d'épinettes et de tamaracs. (Voir page 29.)

PLANCHE VI.



Coupe dans le puits de gravier situé à 1 mille ½ à l'ouest de Fort Frances, montrant le till calcarifère reposant sur le sable stratifié. (Voir page 39.)

PLANCHE VII.





Coupe dans le puits de gravier situé à 1 mille ½ à l'ouest de Fort Frances, montrant, à la base, le sable stratifié et marqué de rides, passant en remontant à l'argile laminée, et, au sommet, le till calcarifère. (Voir page 41.)



PLANCHE VIII.



Coupe dans le puits de gravier situé à 1 mille ½ à l'ouest de Fort Frances, montrant le sable stratifié finement plissé et charrié par le chevauchement de la nappe glaciaire; le till paraît dans la portion à droite de la coupe. La règle noire apparaissant au milieu de la gravure est de 7 pouces de longueur. (Voir page 38.)


PLANCHE IX.



Coupe exposée sur la berge de la Rainy, en aval de la digue de Fort Fran[illegible], montrant le caractère des argiles lacustres sableuses graveleuses et fossilifères du lac Agassiz pr[illegible]glaciaire. (Voir page 47.)

PLANCHE X.



Coupe montrant une épaisseur de 12 pieds de sables et graviers stratifiés et entrecroisés (contenant des coquilles d'eau douce), dans les dépôts de grève du lac Agassiz pro-glaciaires, près de la berge nord de la rivière Rainy, à 8 milles en aval de Fort Frances. (Voir page 50.)



PLANCHE XI.



Coupe exposée sur le côté sud du lac des Bois, montrant à la base le till calcarifère passant, en remontant, aux argiles rocheuses glacio-lacustres laminées qui supportent des argiles fluvio-lacustres. Le contact est une plaine d'érosion marine. (Voir page 59.)

PLANCHE XII.



Coupe exposée sur le côté sud du promontoire Buffalo, Lac des Bois, montrant les minces bandes tourbeuses interstratifiées avec le sable stratifié. Les bandes tourbeuses n'ont qu'une épaisseur d'un demi-pouce à 1 pouce. (Voir page 61.)

A

A
A
A
A
A
A
A
A

B
B
B
B
B
B
B
B

C

C

C
C

C
C
C
C
C
C
C

D
D

INDEX.

A.

PAGE
Agassiz, lac primitif 57, 62
" lac 1, 15, 40
" lac primitif pro-glaciaire, dépôts du 40
" lac pro-glaciaire 17, 58
" " " dépôts du 16, 45
" " " genèse du 57
Agriculture 8
Alluvion 53, 74
Altitudes des cordons littoraux, liste des 53
Anrep, A. 70
Anse, North Angle 3
Argile 6, 67
Argile à blocaux 15, 31
Argile, dépôts 43
" calcarifères 31
" fluvio-lacustres 67
" glacio-lacustres 16, 40, 59
" lacustres 67
" des dépôts lacustres 74
" schisteuse, crétacée 36

B.

Barwick 51
Beaudette 7
Bibliographie 82
Bigsby, J. J. 44
Brique 67
Briqueterie 67
Bois de pulpe 18
Boue végétale 75

C.

Calcaire, débris de 5
" drift de 5
Calcarifère, argiles 31
" drift 16, 17
" " du glacier de Keewatin 36
" till 59, 79
" de Richmond 6, 36
Caractère du district 7
Cie de la baie d'Hudson 3
Chemin de fer Canadian Northern 4, 7
" " Canadien du Pacifique 4
Chemins 7
Communication 7
Conclusions 15
Concrétions 41
Cordons littoraux 50
Coleman, A.-P. 49
Climat 9

D.

Dawson, G.-M. 5, 27, 62
Delta 47

PAGE

Dépôts de cailloux 43
" fluvio-glaciaires 31, 55
" fluvio-lacustres 45
" de Kame 35
" glacio-lacustres 18, 32
" lacustres 45, 75
" littoraux 50
Discordance 16, 29
Drift, ancien, calcarifère du glacier keewatinien 34
Drift, cailloux 31
" calcarifère 16, 17
" " du glacier keewatinien 36
" rouge 16
" " du glacier keewatinien 34
" " sols 79
Drainage 21, 22
" d'ordre secondaire 25
" des terres marécageuses 80

E.

Eaux d'infiltration 56
Empierrement 20
Emplacement 3
Exploitation forestière 3, 8, 18, 19

F.

Farrington 36, 43
Flore 15
Forces hydrauliques 67
Fort Frances 67, 70, 81
Fluvio-glaciaire, dépôts 31, 35
" " gravier 16
" " sable 16
" lacustre, argile 67
" " dépôts 45
Fossile 59, 60, 61

G.

Gameland 52, 80, 91
Géologie descriptive 31
" appliquée 64
" historique 56
" superficielle 15
Glaciaire, érosion 29
" dépôt 39
" période 29
" till (calcarifère) 36
" lacustres, argiles 16, 40, 59
" drift 5
Glaciaires 29, 65, 80
Glacier labradoréen 56, 57, 59
Gladstone, grève de 48, 49
Gllyndon, Minn. 62
Gravier 69
" fluvio-glaciaire 16
Grève, Campbell 48, 52, 61
" dépôts de 6
Grèves 48, 50, 63, 69, 74
" sable de 18, 50, 73

H.

PAGE

Histoire........ 3
Hungry Hall........ 3

I.

International Falls........ 7, 64, 67
Île, Bigsby........ 44

K.

Kame, dépôts de........ 35
Keele, J........ 68
Keewatinien, glacier........ 40, 56, 57, 58
Kenora........ 3

L.

Lac Rainy........ 21, 28, 64
Lac des Bois........ 3, 21, 28, 48, 59
Lacs........ 22, 27, 64
Lacustres, argiles........ 67, 75
" dépôts........ 45, 74, 75
Lawson, A.-C........ 15, 36, 49
Leverett, Frank........ 3
Long Sault, Rapides........ 24, 67

M.

Marécages........ 17, 59, 60
Marne argileuse d'alluvion de cours d'eau........ 74
" d'argile graveleuse des dépôts glacio-lacustres........ 76
" " " sableuse des anciennes grèves lac de........ 75
Marne du till calcarifère........ 79
Manitou, rapides........ 23
McCauleyville, Minn........ 62
Minnesota & Ontario Power Company........ 64
Moraines........ 21, 59
" terminales........ 39

P.

Papeteries........ 9
Plaine alluviale........ 5
" " sujette à inondation........ 59, 65
Pin........ 24, 25, 26, 49
Physiographie........ 15, 20
Plaine........ 3, 8
Plateau laurentien........ 15
Pléistocène, série........ 31, 34, 56
Précambrien........ 15, 20, 34, 38
Population........ 8
Portage du Rat........ 3
Puits........ 66
Promontoire Buffalo........ 59
" Point........ 59

Q.

Quaternaire, système........ 31, 34, 56

R.

Rainy River, ville........ 7, 60
Rapides, Long Sault........ 24, 67
" Manitou........ 23
Raymond, P.-E........ 36

PAGE
Relief........ 21
Réserves des Terres sauvages........ 14, 51, 52
Ressources, hydrauliques........ 64, 67
Remerciements........ 2
Rivières........ 64
" Albany........ 59
" Big Grassy........ 26
" Rainy........ 59, 60, 64
" Hayes........ 7, 58
" Little Grassy........ 26, 48
" La Vallée........ 25
" Pine........ 24, 25, 26, 49
" Severn........ 59
" Sturgeon........ 25

S.

Sable, fluvio-glaciaire........ 16
Sable, soufflé par le vent........ 31
Sables........ 69
" de dune........ 19, 54, 74
" des dépôts lacustres........ 75
Sédimentation........ 1, 52, 58
Série, récente........ 31, 32, 53, 63
Sols........ 17, 70
" caractère général........ 71
" description des........ 73
" distribution........ 72
Sommaire........ 15
Soulèvement en bascule de l'écorce terrestre........ 22, 27, 34
Sources........ 66
Spooner........ 7
Stanjikoming........ 28
Stage, action glaciaire wisconsinienne........
Stries........ 5, 16, 29
Stratton, village de........ 67
Superficie........ 3, 8

T.

Tableau des formations........ 32
Terrasses........ 18, 40, 44
Tertiaire, période........ 56
Till calcarifère........ 59, 79
" rouge........ 34
Travail, sur le terrain........ 3
" antérieur........ 4
Traverse de lac........ 58
Transports........ 7
Tourbe........ 18, 21, 31, 55, 70, 73, 80, 81
Tuiles........ 67
Township Aylesworth........ 50
" Blue........ 52
" Carpenter........ 34, 57, 64
" Crozier........ 50, 66, 70
" Curran........ 51
" Danse........ 19
" Devlin........ 66
" Dewart........ 14
" Dilke........ 50
" Flemming........ 19
" Mather........ 66
" Mathieu........ 14, 18
" Morson........ 52

PAGE

Township Potts.......... 19
" Pratt.......... 51
" Richardson.......... 19
" Spohn.......... 52
" Sutherland.......... 19, 51
" Worthington.......... 51
Tyrrell, J.-B.......... 17, 40, 57, 58

U.

Unione.......... 50
United States Bureau of Soils.......... 3, 71

V.

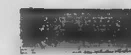
Vase.......... 54, 73
Végétation.......... 13


ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL
3 9334 00056877 2

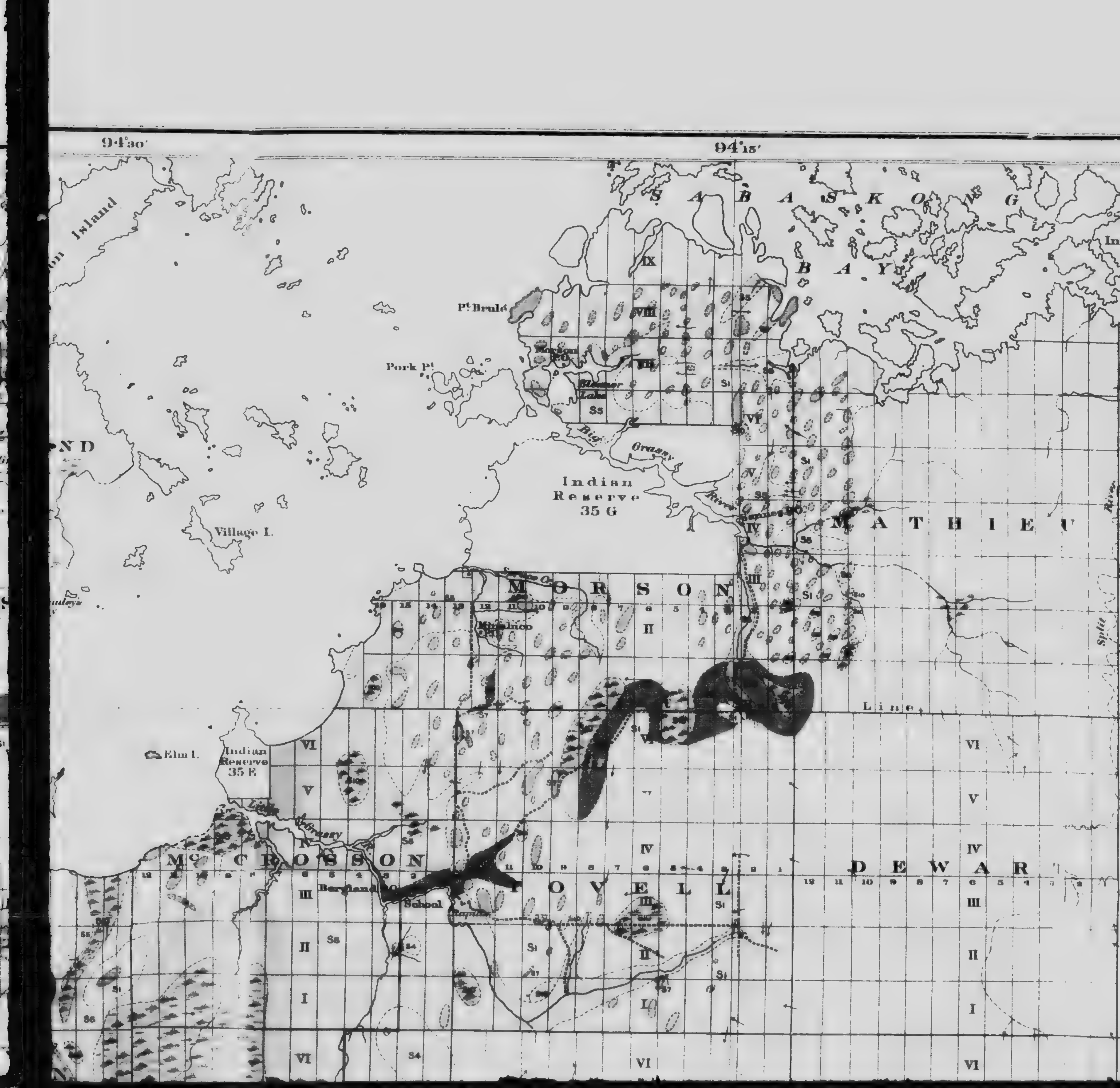
SOILS



LEGEND

	Unconsolidated rocks (upon which the soils are developed)	Soils
	Muck and peat (swamp deposits)	S10 Muck and peat (chiefly organic material; areas generally wooded with cedar, spruce and tamarack)
RECENT	Dune sand and beach sand (chiefly wind blown deposits)	S9 Dune sand and beach sand (chiefly fine to coarse sand, of no agricultural value)
	Alluvial sand, silt and clay (flood plain deposits of present streams)	S8 Silty clay loam (brown to black, silty clay loam, 6 to 8 inches deep, underlain by clay loam or clay; areas generally poorly drained)
	Beach sand and gravel (littoral deposits of glacial Lake Agassiz)	 Gravelly sandy loam (yellow to brown gravelly sandy loam, 6 to 10 inches deep, underlain by sand and gravel, areas generally excessively drained; forest trees birch, poplar and Banksian pine)
ARY	Fluvio lacustrine and lacustrine sand, silt and clay	 Fine sand (gray to light brown, fine sand, 6 to 8 inches deep underlain by gray or yellow calcareous, fine sand to clay loam, surface nearly level and well drained only along stream valleys; forest trees poplar, birch, spruce, and elm, with some pine


94°30'
BIG ISLAND
Ind. Res.
31 E
I. R. 31 D
Steamboat Channel
Dawson Island
Pt Brulé
Pork Pt
Bleemer Lake
BIGSBY ISLAND
Indian Reserve 35 G
Village I.
Three Sisters
Deep Bay
Bigsby Is. Fishery
Mc Cauley's Bay
Black Pt
LAKE OF THE WOODS
Elm I.
Indian Reserve 35 E
Little Grassy
Windy Point
Extreme H.W. 1062·5'
" L.W. 1053'
Average (1892-1914) 1060'
Burton I.
Mc CROSSON
School
CANADA
UNITED STATES
Island



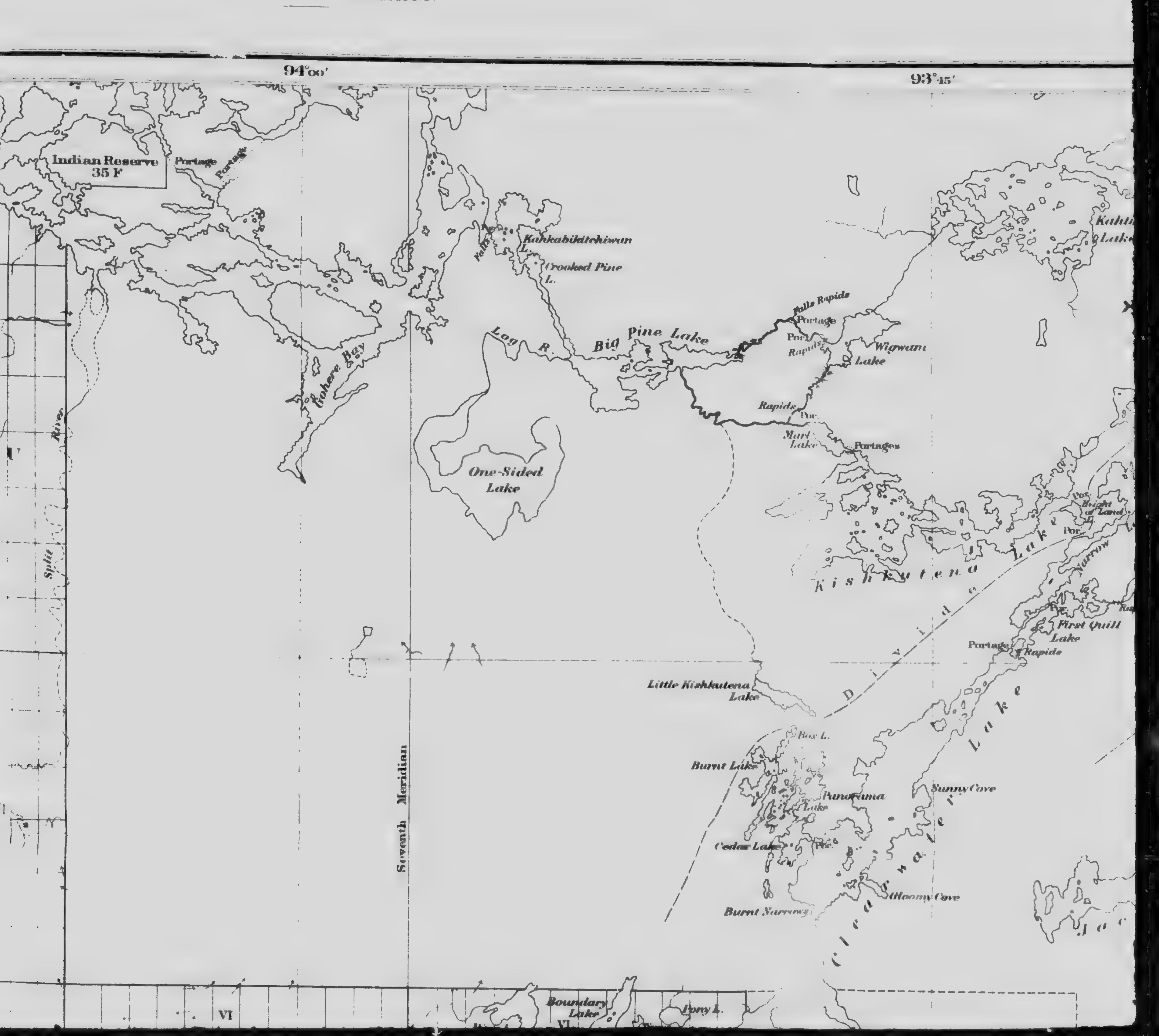
94°30′
94°15′
S A B A S K O N G
B A Y
Island
N D
Pt Brulé
Pork Pt
Village I.
Indian
Reserve
35 G
Big
Grassy
River
M A T H I E U
M O R S O N
Line
Elm I.
Indian
Reserve
35 E
Little
Grassy
Mc C R O S S O N
L O V E L L
D E W A R
Bergland
School
Split
River
IX
VIII
VII
VI
V
IV
III
II
I

Canada
Department of Mines

HON. MARTIN BURRELL, MINISTER; R.G. McCONNELL, DEPUTY MINISTER

GEOLOGICAL SURVEY

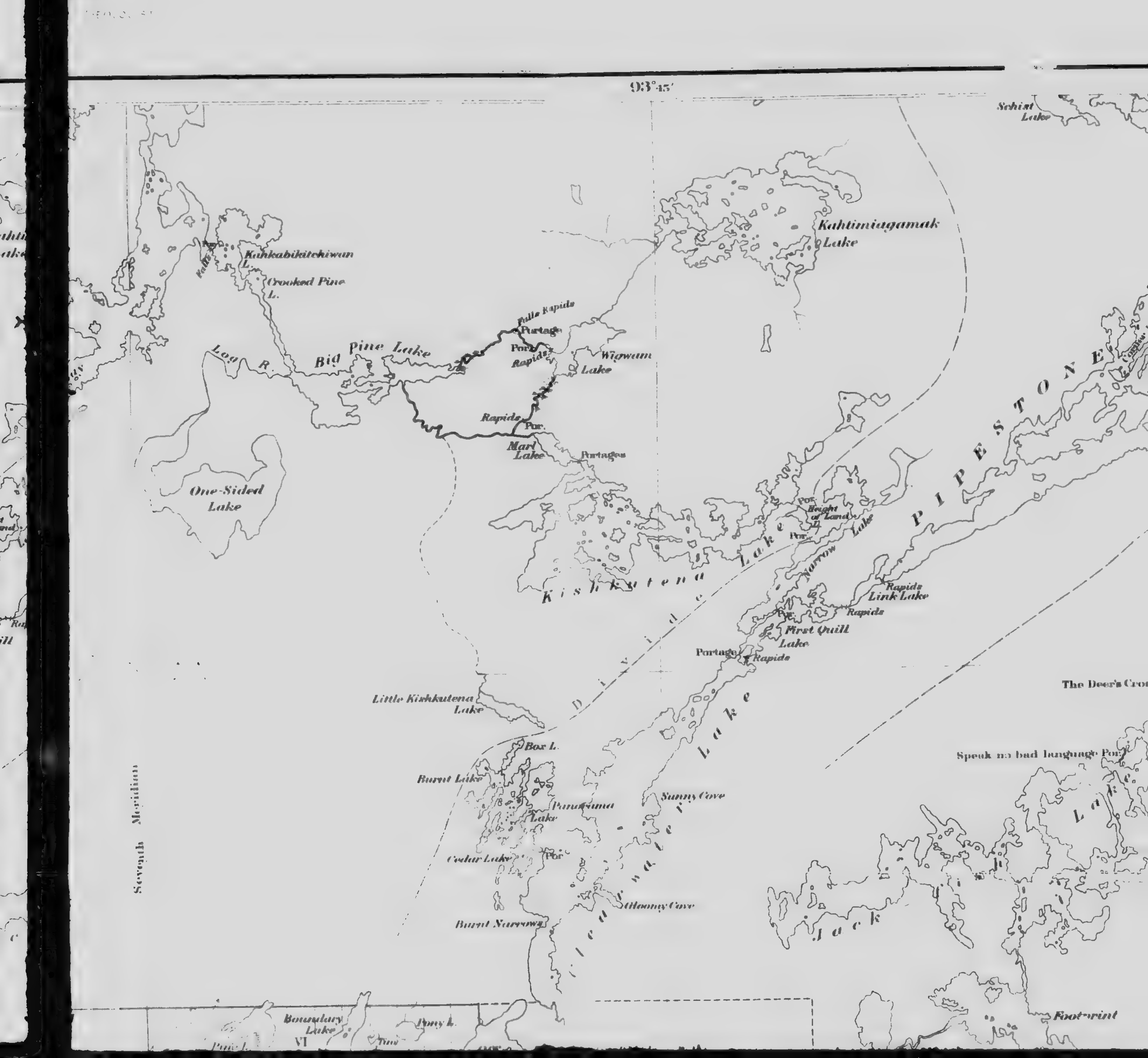
WILLIAM McINNES, DIRECTING GEOLOGIST

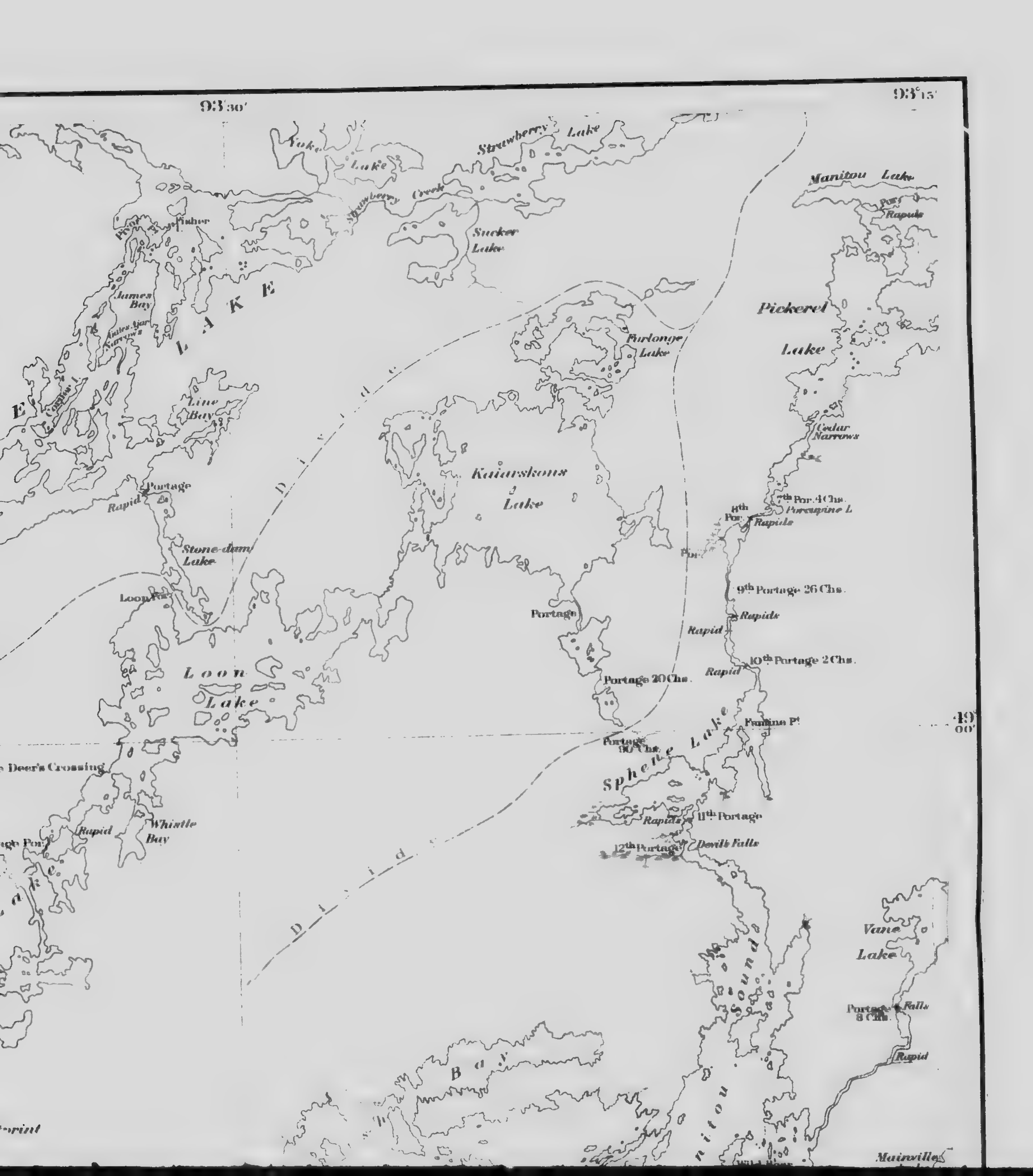


Mines

ONNELL, DEPUTY MINISTER

RVEY





93°30'
93°15'
Strawberry Lake
Yoke Lake
Strawberry Creek
Sucker Lake
Manitou Lake
Rapids
Pickerel Lake
James Bay
Line Bay
L A K E
Portage
Rapid
Stone-dam Lake
Loon Por.
D i v i d e
Furlonge Lake
Kaiarskons Lake
Cedar Narrows
7th Por. 4 Chs.
Porcupine L.
8th Por.
Rapids
9th Portage 26 Chs.
Rapids
Rapid
10th Portage 2 Chs.
Rapid
Portage
Portage 20 Chs.
L o o n Lake
Famine Pt
49°
00'
Portage 90 Chs.
Sphene Lake
Deer's Crossing
Whistle Bay
Rapid
Rapids
11th Portage
12th Portage
Devil's Falls
D i v i d e
Vane Lake
Sound
Portage 8 Chs.
Falls
Rapid
B a y
Mainville

RECENT

Dune sand and beach sand
(chiefly wind blown deposits)

S9

Dune sand and beach sand
(chiefly fine to coarse sand, of no agricultural value)

Alluvial sand, silt and clay
(flood-plain deposits of present streams)

S8

Silty clay loam
(brown to black, silty clay loam, 6 to 8 inches deep, underlain by clay loam or clay; areas generally poorly drained)

Beach sand and gravel
(littoral deposits of pro glacial Lake Agassiz)

Gravelly sandy loam
(yellow to brown gravelly sandy loam, 6 to 10 inches deep, underlain by sand and gravel, areas generally excessively drained; forest trees, birch, poplar and Banksian pine)

Fine sand
(gray to light brown, fine sand, 6 to 8 inches deep, underlain by gray or yellow calcareous, fine sand to clay loam, surface nearly level and well drained only along stream valleys; forest trees, poplar, birch, spruce, and elm, with some pine)

QUATERNARY

Fluvio lacustrine and lacustrine sand, silt and clay
(stratified valley fill, delta and lake bed deposits of pro glacial Lake Agassiz)

S5

Clay loam and clay
(brown to black clay loam or clay, 6 to 8 inches deep, underlain by gray calcareous clay loam or clay; surface nearly level and well drained only along stream valleys; forest trees, poplar, balm of Gilead, spruce, elm, oak, and ash leafed maple)

PLEISTOCENE OR GLACIAL

Glacio lacustrine clay wave-washed
(laminated lake bed deposits of proglacial, Lake Agassiz)

S4

Gravelly loam and gravelly clay-loam
(grayish brown to black loam or clay loam, 5 to 6 inches deep, underlain by yellowish or bluish gray calcareous clay, dense, sticky, with some gravel and boulders; surface generally naturally drained; most abundant forest trees, poplar, and balm of Gilead)

S3

Gravelly, fine, sandy loam
(gray to brown fine sandy loam, 5 to 6 inches deep, underlain by yellow to gray calcareous loam or clay, with some gravel and boulders; surface generally naturally drained, most abundant forest trees, poplar, and balm of Gilead)

Glacial till (calcareous) or boulder clay (wave washed)
(unstratified deposits of Keewatin glacier, Wisconsin stage of glaciation)

S2

Gravelly loam
(gray to brown loam, 5 to 6 inches deep, underlain by yellow or bluish gray, calcareous clay, with some gravel and boulders; surface generally of slight relief and in places poorly drained)

Red drift
(including glacial till and associated fluvio glacial sand and gravel deposits of Labradorean glacier, Wisconsin stage of glaciation)

S1

Gravelly sand and gravelly sandy loam
(generally yellow sand or sandy loam, underlain by sand or sandy loam, with gravel and boulders; forest trees, poplar, birch, cedar, spruce, and Banksian pine with some Norway pine)

Bedrock outcrop
(Pre cambrian)

Terminal morainic areas

Symbols

Glacial striae

Swampy areas

CANADA
UNITED STATES

Four Mile bay

Pointe aux pins

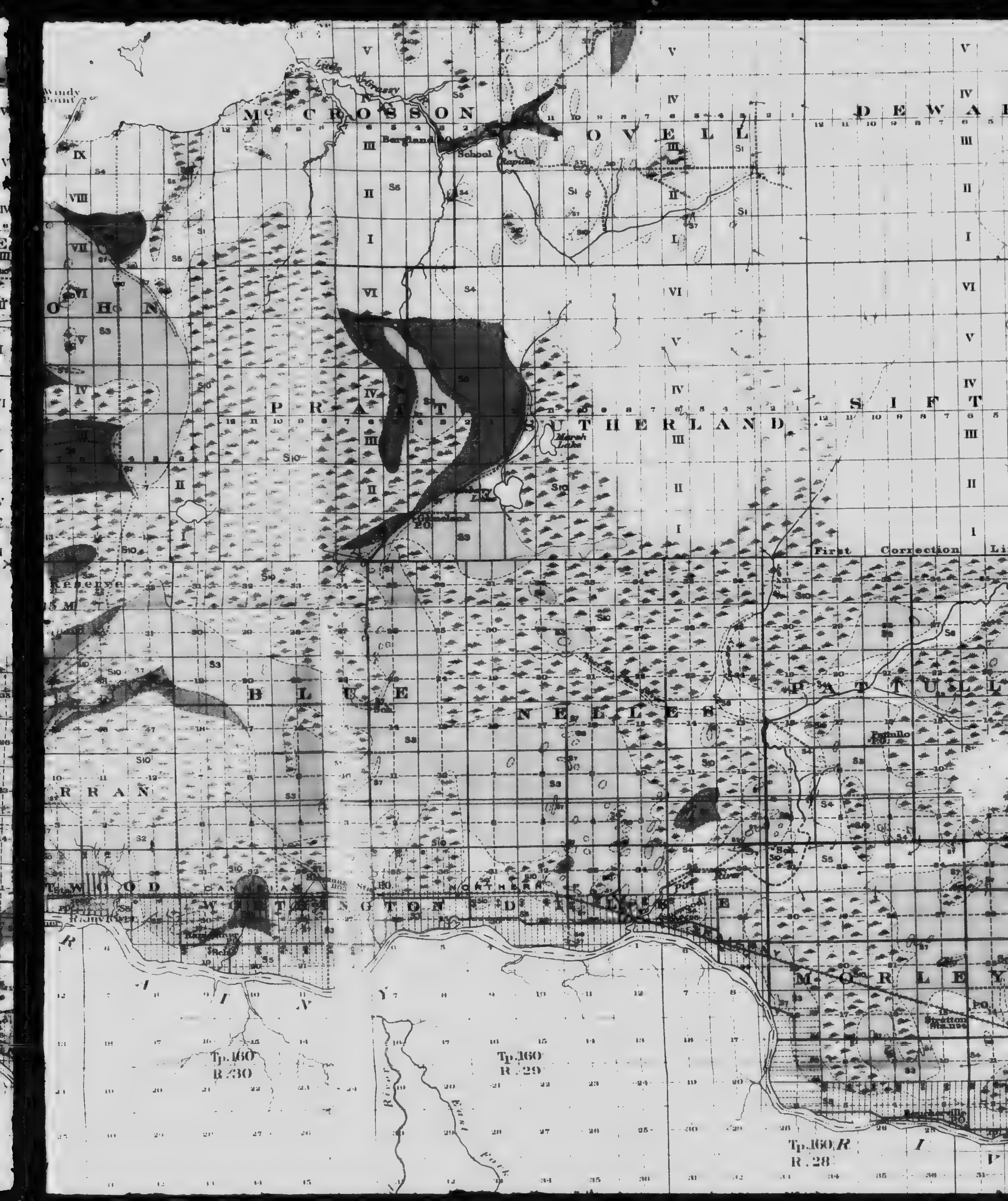
Tp. 162 R. 32

Tp. 161 R. 32

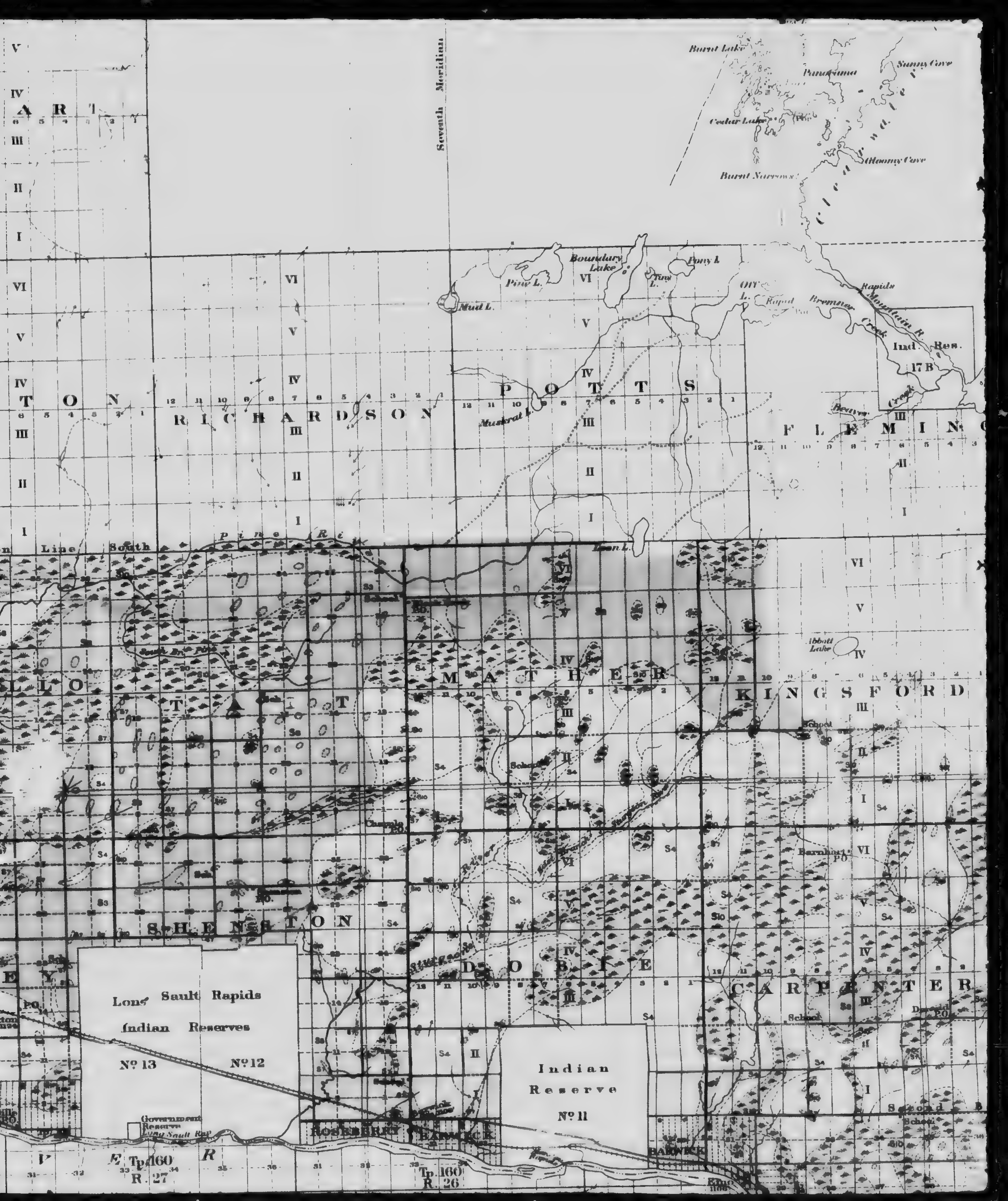
Tp. 160 R. 32



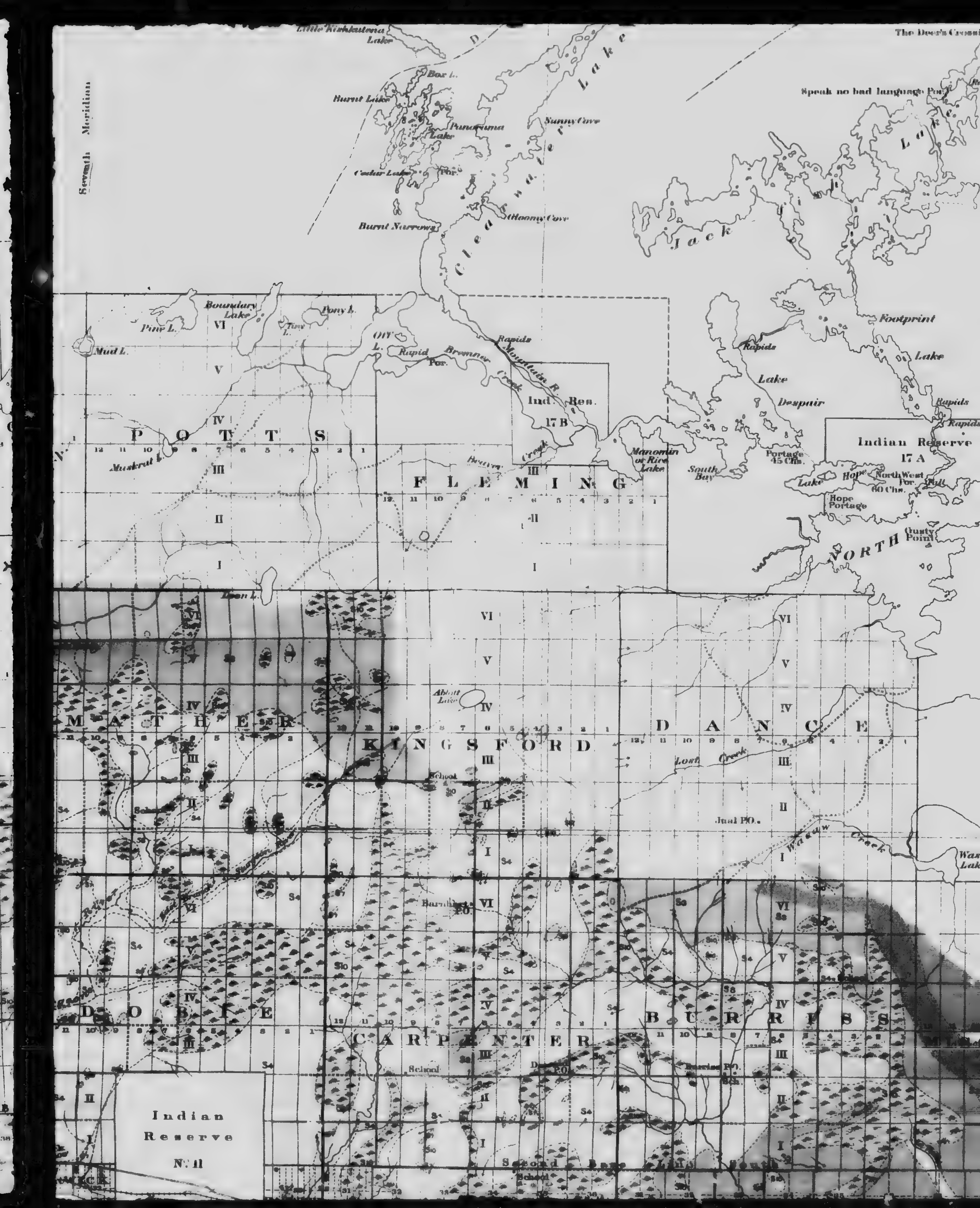
LAKE OF THE WOODS
Black Pt
Elm I.
Indian Reserve 35 E
Windy Point
Burton I.
Sable Island
Oak Point
CANADA
UNITED STATES
McCROSSON
POHN
PRATT
SUTHER
Bergland P.O.
School
Rapids
Marsh Lake
Indian Reserve No 15
Indian Reserve No 14 (The Bishop)
Indian Reserve No 13 (Wild Land)
Lighthouse Reserve
BLUE
NELLE
CURRAN
Baudette
Spooner
Rainy R.
Standard
Parallel
Road
Tp. 161 R. 31
Tp. 160 R. 31
Tp. 160 R. 30
Tp. 160 R. 29
Baudette River
RAINY



Windy Point
Mc CROSSON
LOVELL
DEWA
Bergland P.O.
School
Rapids
PRATT
SUTHERLAND
SIFT
Marsh Lake
First Correction Line
BLUE
NELLES
PATTULL
Pattullo P.O.
RRAN
WORTHINGTON
MORLEY
Rainy River
East Fork
River
Tp.160
R.30
Tp.160
R.29
Tp.160
R.28



Seventh Meridian
Burnt Lake
Panasuma
Sunny Cove
Cedar Lake
Burnt Narrows
Gloomy Cove
Boundary Lake
Pony L.
Pine L.
Mud L.
Rapids
Mountain R.
Bremner
Creek
Ind. Res.
17 B
P O T T S
R I C H A R D S O N
Muskrat L.
Beaver
F L E M I N G
Pine River
Loon L.
Line South
Abbott Lake
M A T H E R
K I N G S F O R D
School
Barnhart P.O.
S H E N S T O N
D O B I E
C A R P E N T E R
Long Sault Rapids
Indian Reserves
Nº 13
Nº 12
Indian
Reserve
Nº 11
Government Reserve
Long Sault Rap
ROSEBERRY
BARWICK
Second
Tp. 160
R. 27
Tp. 160
R. 26



Little Kishkutena Lake
The Deer's Crossing
Seventh Meridian
Box L.
Burnt Lake
Panorama Lake
Sunny Cove
Clearwater Lake
Speak no bad language Por.
Cedar Lake
Burnt Narrows
Ghoomy Cove
Jack Lake
Boundary Lake
Pony L.
Pine L.
Mud L.
Tiny L.
Otter L.
Rapid Por.
Bremner Creek
Rapids
Mountain R.
Footprint Lake
Rapids
Lake Despair
Ind. Res. 17 B
Rapids
Indian Reserve 17 A
POTTS
Muskrat L.
Beaver Creek
FLEMING
Manomin or Rice Lake
South Bay
Portage 45 Chs.
Lake Hope
North West Por. 60 Chs.
Hope Portage
Gusty Point
NORTH
Loon L.
MATHER
KINGSFORD
Abbott Lake
DANCE
Lost Creek
School
Jual P.O.
Wasaw Creek
Wasaw Lake
Barnhart P.O.
DOBIE
CARPENTER
BURRISS
Burriss P.O.
School
Indian Reserve No. 11
Second Base Line South
School



Whistle Bay
Rapid
Sphene
Rapids
11th Portage
12th Portage
Divide
Manitou Sound
Vane Lake
Portage 8 Chs.
Falls
Rapid
Boreas Island
Wild Boar I.
Portage
Argyle I.
Alexandria Bay
Boom I.
Cherry I.
Hay Marsh I.
Rapids
Reserve
WEST BAY
Camp Narrows
Ami Pt
Woodchuck Island
Cliff Narrows
Hanging Stone
Half way Inlet
Brown Inlet
35 Ch. Portage
Rebecca Island
Standing Stone Pt
Cheery Island
Hostess Island
Wegg L.
Pt Alfred
Tug Pt
Portage 21 Chs.
Wasaw Lake
Wasaw Creek
Bottle Bay
Portage
Grassy Narrows Bay
Hook I.
Extreme H.W. 1111·5'
L.W. 1099'
Average (1909-1914) 1105·6'
Indian Reserve 18 C
Portage
Indian Reserve 16 D
Shoe Bay
Homestretch I.
Reef Pt
Risky I.
Stanjikoming Bay
CAMPBELL
VI
V
IV
III
Gash Pt
Lobstick I.
Hay Marsh Bay
Squall Point
Indian Reserve 18 B
Last I.
48°
45'

Terminal morainic areas

Symbols

Glacial striae

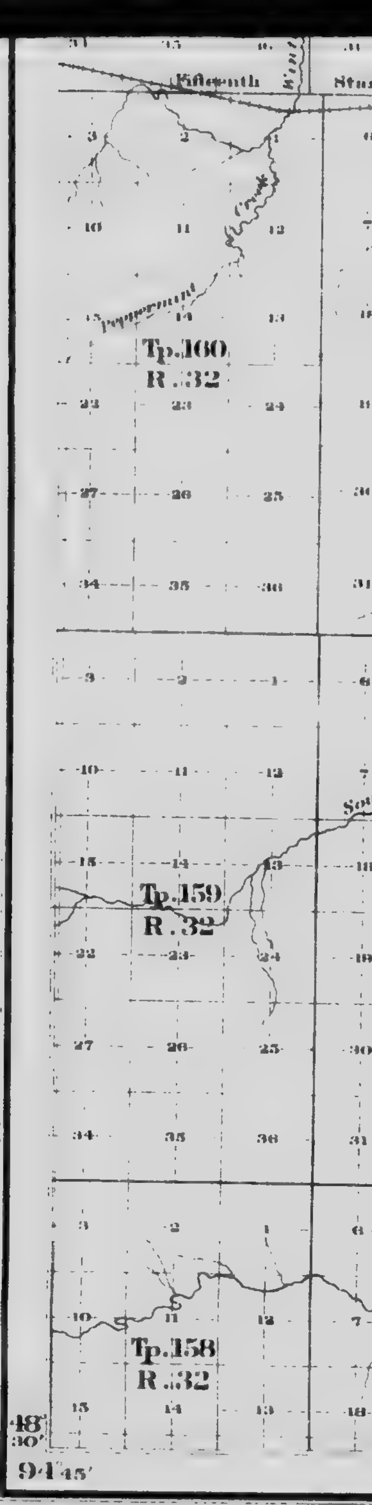
Swampy areas

Soil boundary
(approximate)

Note

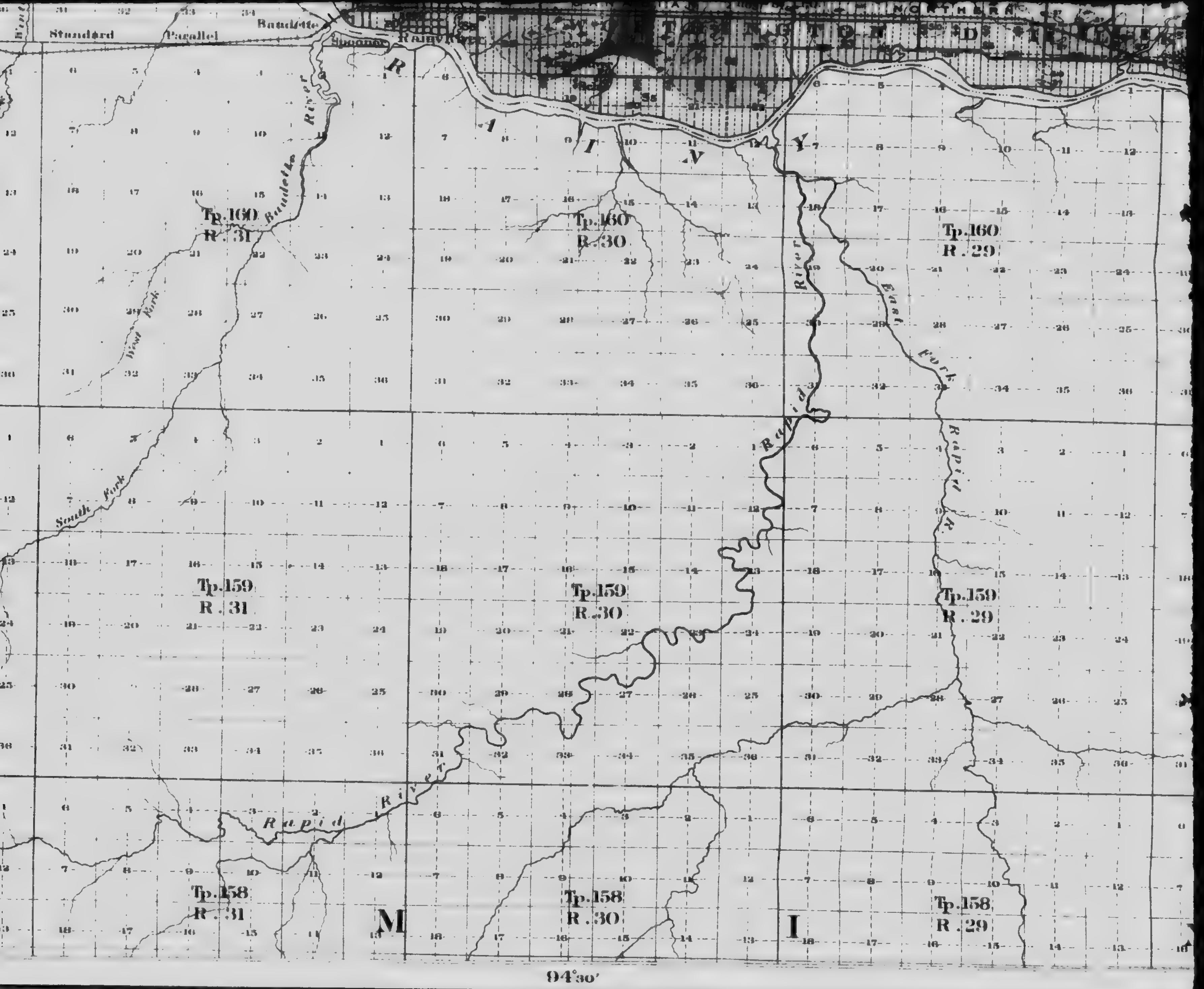
Sand and gravel for structural purposes and gravel for road material, occur in the beach sand and gravel deposits, clay for brick making in the lacustrine, and fluvio lacustrine deposits, peat for fuel in the deeper portions of some of the swamp deposits.

Average magnetic declination 8°15 East

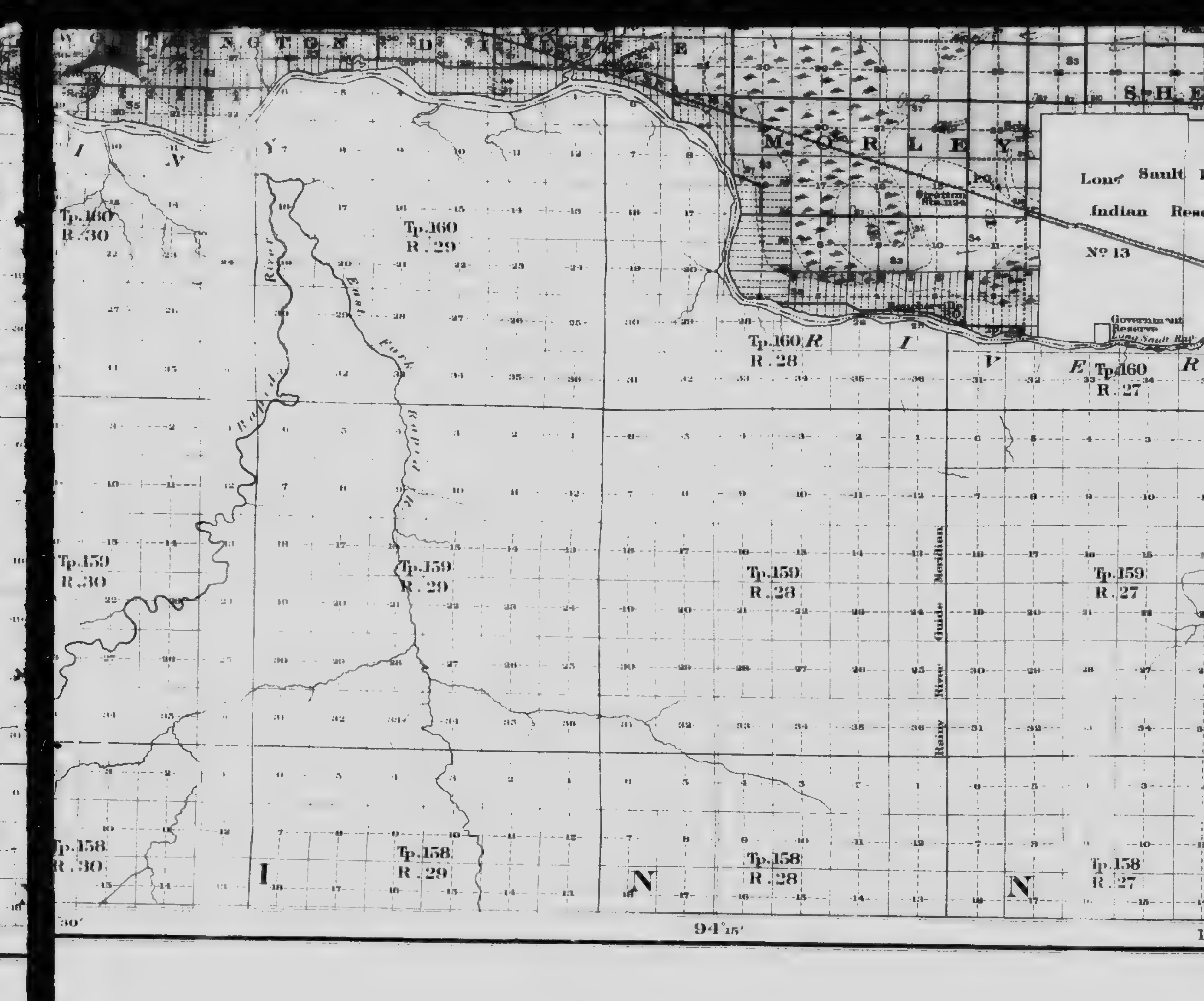


C.O.Senécal, *Geographer and Chief Dra*
A.Jouanes, *Draughtsman*.

To accompany Memoir by W.A.Johnston



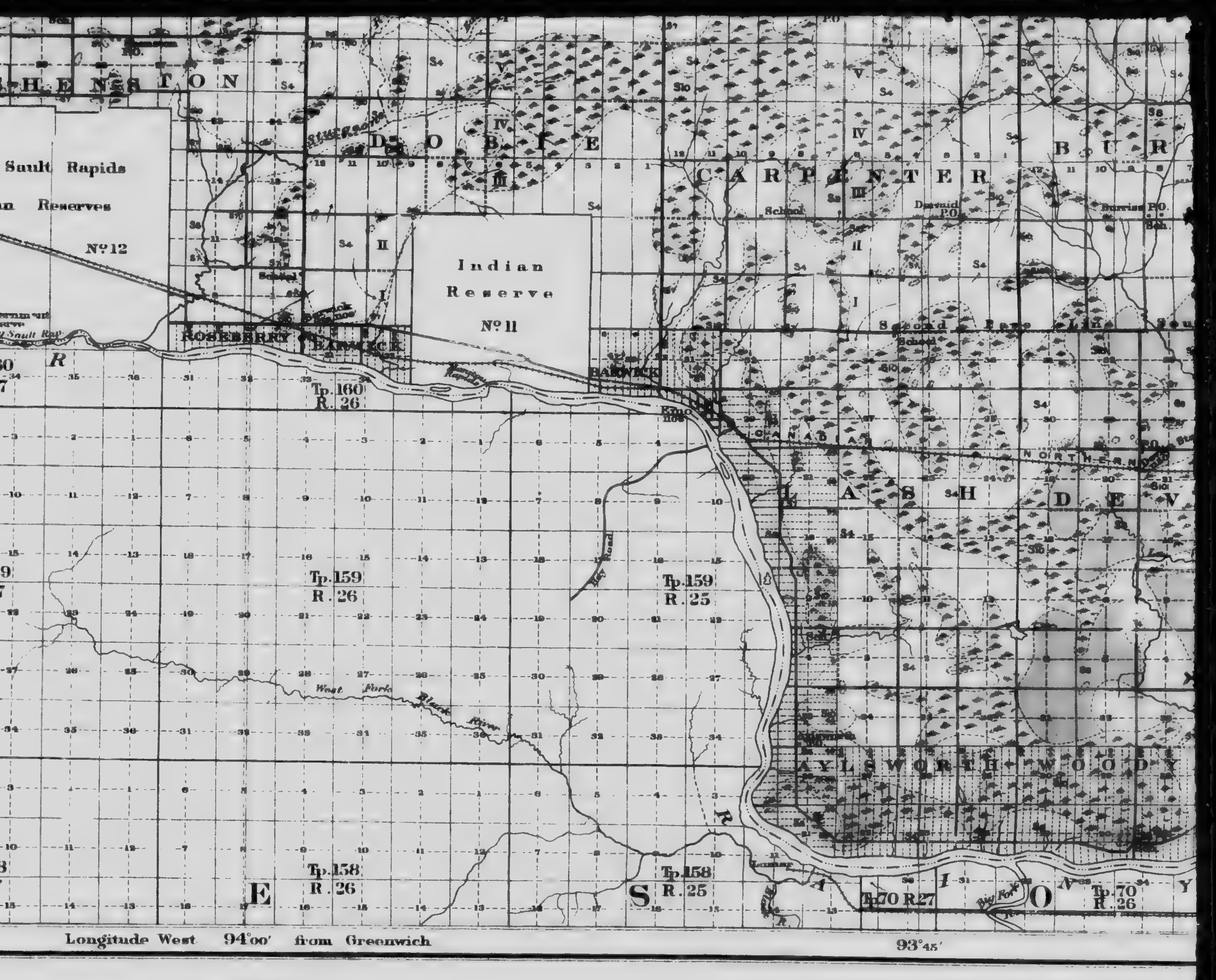
Standard
Parallel
Baudette
Spooner
Rainy River
R A I N Y
Baudette River
Tp.160
R. 31
Tp.160
R. 30
Tp.160
R. 29
West Fork
East Fork
Rapid River
South Fork
Tp.159
R. 31
Tp.159
R. 30
Tp.159
R. 29
Rapid R.
Rapid River
Tp.158
R. 31
Tp.158
R. 30
Tp.158
R. 29
M
I
94°30'
d Chief Draughtsman.



M O R L E Y
Long Sault Indian Reserve
Nº 13
Government Reserve
Long Sault Rap.
Stratton
P.O.
Tp.160 R.30
Tp.160 R.29
Tp.160 R.28
Tp.160 R.27
Tp.159 R.30
Tp.159 R.29
Tp.159 R.28
Tp.159 R.27
Tp.158 R.30
Tp.158 R.29
Tp.158 R.28
Tp.158 R.27
Rapid River
East Fork Rapid R.
Rainy River Guide Meridian
R I V E R
I N N
94°15′
30′

Sc

RAI



MAP 132 A
(Issued 1918)

Southwestern Portion of
RAINY RIVER DISTRICT

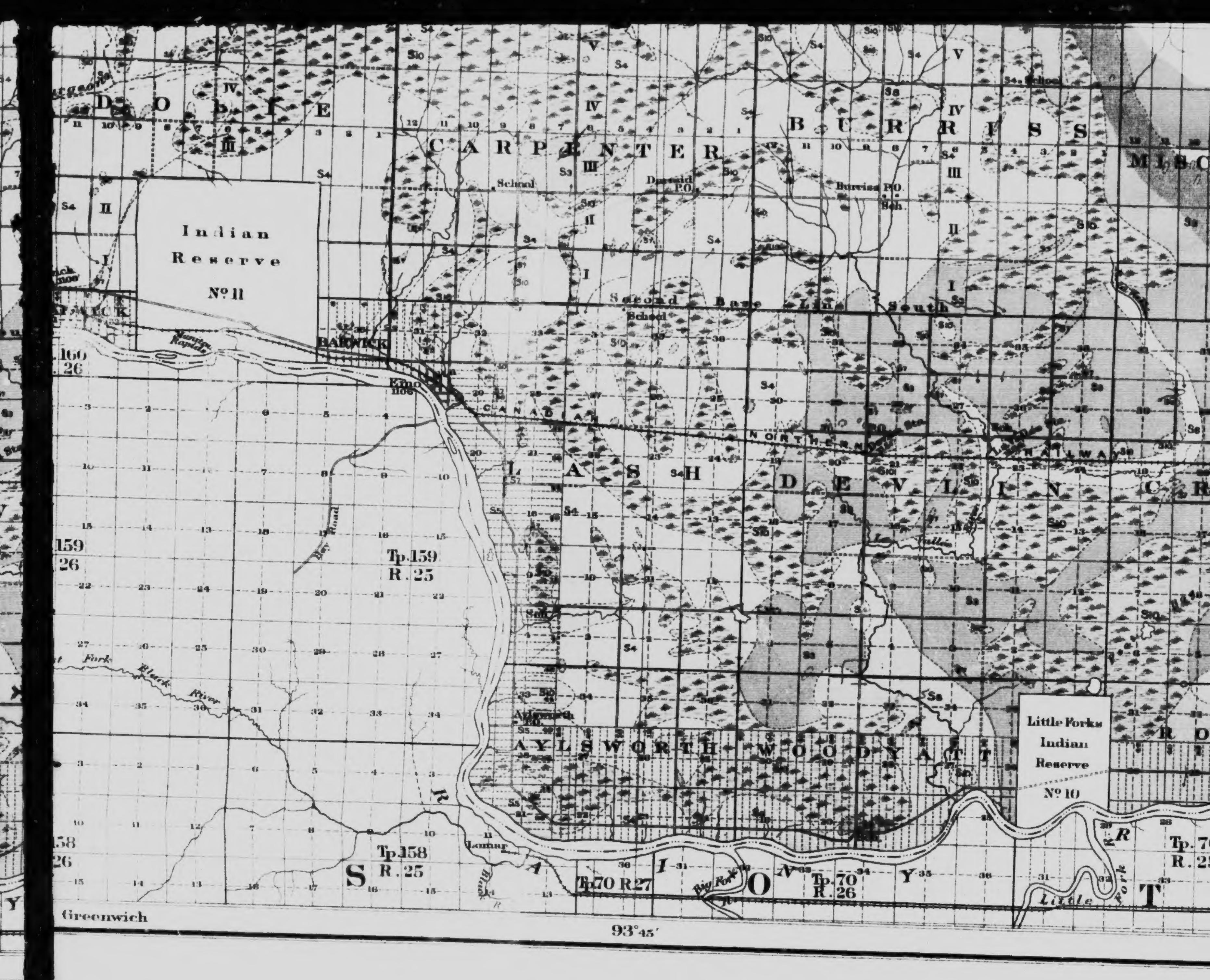
ONTARIO

Scale, $\frac{1}{126,720}$

Miles

Kilometres

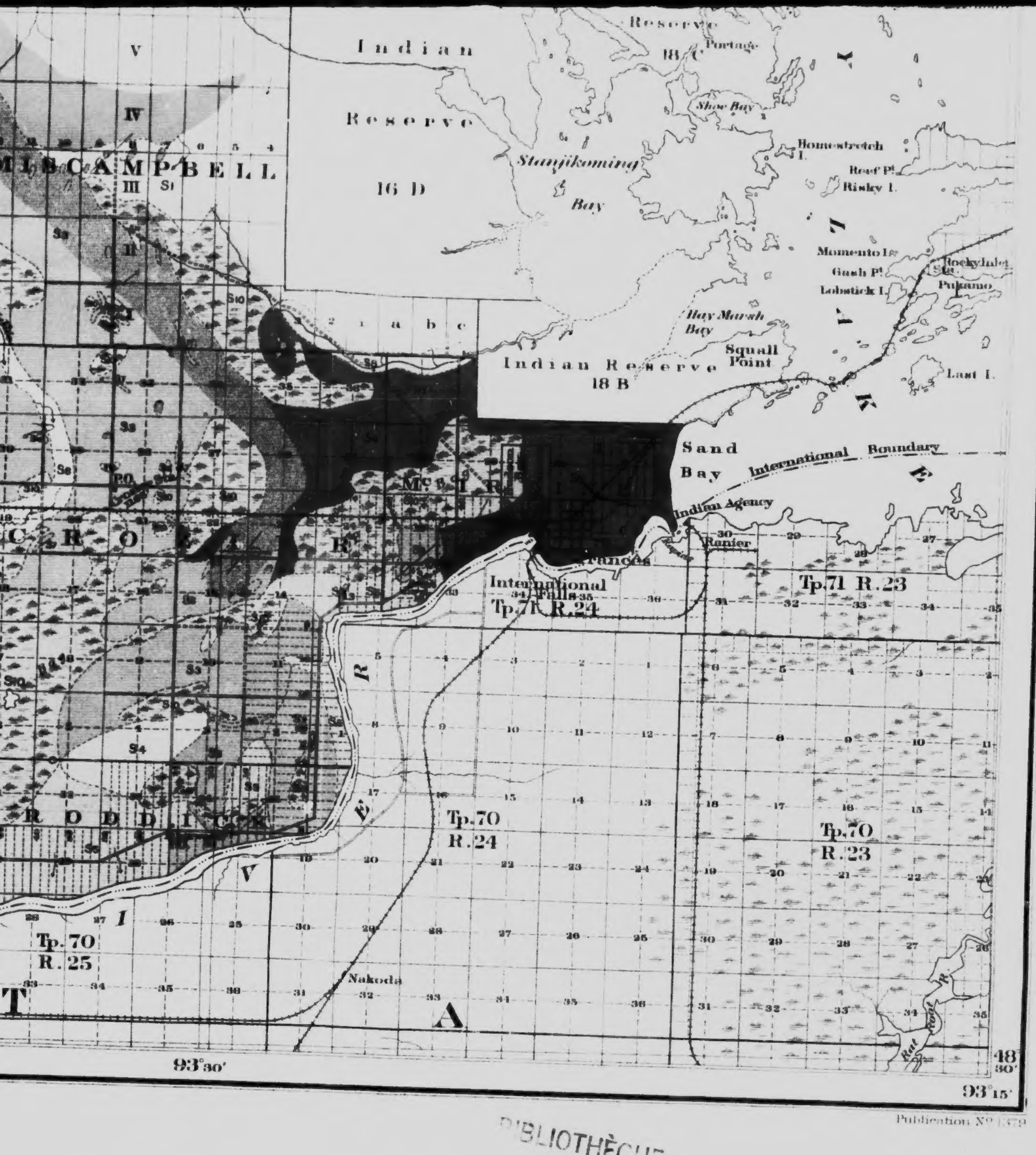
2 MILES TO 1 INCH



ion of
STRICT

GEOLOGY
W.A. JOHNSTON,

GEOGRAPHY
A.C. LAWSON,
W.H. SMITH,
INTERNATIONAL JOINT COMMISSION
DEPT OF LANDS, FORESTS & MINES
DEPT OF INDIAN AFFAIRS
DEPT OF RAILWAYS AND CANALS
A. JOANES,



Publication No 1379

OGY

1913-14

APHY

1886

1885-87

OMMISSION 1913-15

, & MINES, ONTARIO

CANALS

COMPILER